

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي  
كلية التكنولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة  
ماستر أكاديمي

ميدان: العلوم والتكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق و الصناعات البيتروكيميائية

تخصص: هندسة كيميائية

من إعداد الطالبات:

الساكر عيشة / صحراوي عائشة / طرية هناء

الموضوع :

المصادر المتاحة لإزالة مختلف الملوثات من مياه الصرف  
الصناعي

نوقشت في: 2022/06/13

أمام لجنة المناقشة:

جامعة الوادي	رئيسا	أستاذ محاضر (ب)	د. رغبوة عبد الله
جامعة الوادي	مناقشا	أستاذ محاضر (أ)	د. فرحات محمد فؤاد
جامعة الوادي	مشرفا	أستاذ محاضر (أ)	د. همامي هادية

الموسم الجامعي: 2022/2021



الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي  
كلية التكنولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة  
ماستر أكاديمي

ميدان: العلوم والتكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق و الصناعات البيتروكيميائية

تخصص: هندسة كيميائية

من إعداد الطالبات:

الساكر عيشة / صحراوي عائشة / طرية هناء

الموضوع :

المصادر المتاحة لإزالة مختلف الملوثات من مياه الصرف  
الصناعي

نوقشت في: 2022/06/ 13

أمام لجنة المناقشة:

جامعة الوادي	رئيسا	أستاذ محاضر (ب)	د. رغبوة عبد الله
جامعة الوادي	مناقشا	أستاذ محاضر (أ)	د. فرحات محمد فؤاد
جامعة الوادي	مشرفا	أستاذ محاضر (أ)	د. همامي هادية

الموسم الجامعي: 2022/2021

# الإهداء

الحمد لله الذي ما تر جهد ولا ختم سعي إلا بفضلله وما تخطيت هذه العقبات والصعوبات إلا بتوفيقه،

تخرجت ليس بجدي ولا باجتهادي وإنما من مربي .

إلى أمي ثم أمي ثم أمي .....

ليس فقط لأنك آويتني في رحمك الدافئ تسعة أشهر وتعلمتني مع الموت لتمنحيني الحياة في ميدان المخاض فكل الأمهات تفعلن ذلك ...

إنما لأنك كنت منذ أنجبتني حتى هذه اللحظة أما عظيمة إلى الحد الذي أشعر فيه بأنك كثيرة علي ..

وإلى أبي ...

أنت الاجابة الثابتة . الفورية السريعة التي لا تقبل المراجعة أو التراجع عنها إذا سئلت عن أجمل الأقدار في حياتي ...

وإلى شموع حياتي اخواتي

إلى من علمونا حروفا و عبارات من أسمى وأجلى العبارات

أساتذتنا الكرام

إلى من نسيهم القلم ولم ينسأهم القلب .

# الشكر و عرفان

الحمد لله الواحد لا من قلة ، و الموجود لا من علة ، الواحد الاحد ، القانم بلا امد الحمد لله حمدا كثيرا و سبحاته بكرة و اصيلا و الصلاة و السلام على سيدنا محمد الامين، الذي علم المعلمين و بث فينا الأمل للجد والعمل الشكر الاول بعد الله سبحانه و تعالى لمن هما احق بصحبتنا في دنيتنا ، و الديننا حفظ الله. الاحياء منه و أطال أعمارهم و رحم الاموات و تغمدهم بواسع رحمته و رزقنا برهم نتقدم بجزيل الشكر و الامتنان إلى كل من اعاننا او شجعنا او خط لنا طريق اقتبسنا به من بحر العلوم و المعرفة و أخص بالذكر الاستاذة د. همامي هاديــــــــــــة، بتوجيههم لنا لإتمام هذه المذكرة و لا ننسى ان نتقدم بشكرنا الخالص لكل الاصدقاء من قريب أو بعيد الذين لم يبخلوا بنصائحهم و توجيههم ولكل هولاء نقول جزاكم الله



# فہرہ اختراعات

# قائمة الرموز

الاختصار	المقصد
(NO <sub>3</sub> -N)	أزوت
AAS	مطياف الامتصاص الذري
Ag NPS	جسيمات الفضة
Ag-Cit	سترات الفضة
Ag-PVP	بولي فينيل بيروليديون الفضة
Ar	أرغون
Au NPS	جسيمات الذهب
Au-cit	سترات الذهب
Au-PVP	بولي فينيل بيروليديون الذهب
BOD	الطلب الأوكسجيني البيولوجي
Cd	الكاديوم
CE	الناقلية الكهربائية
DBO <sub>5</sub>	الطلب الحيوي على الأوكسجين لخمسة ايام
DD	نزع الاستيل
DOC	الطلب الكيميائي على الاكسجين.
FDA	إدارة الغذاء و الدواء الامريكية
FITC	إيزوثيوسيانات فلوريسئين
GAC	الكربون المنشط الحبيبي
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	حمض الفوسفوريك
HB	الأرجواني التفاعلي
k	قيم الإنتشار داخل الجسيمات
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم
NaOCl	هيبوكلوريت الصوديوم
NPs	جسيمات نانوية معدنية
Pd	البلاديوم
PVP	بولي فينيل بيروليديون
SVI	مؤشر حجم الحمأة
TO-CNF	مؤكسد بواسطة الياف السليلوز النانوية
ZnCl <sub>2</sub>	كلوريد الزنك

## قائمة الجداول

08	المكونات الأساسية لمياه الصرف ومصادرها وبعض المخاطر وطرق معالجتها	جدول(1.I)
13	معالم صرف نفايات الوحدات الصناعية كحد أقصى	جدول(2.I)
26	مقارنة بين وضعي التنشيط	جدول(1.II)
36	يوضح بعض الخصائص الكيميائية للسيليلوز	جدول(2.II)
36	يوضح الخصائص الحرارية للسيليلوز	جدول(3.II)
71	المواد والأجهزة المستخدمة في تحضير الكربون المنشط	جدول (1.IV)
73	تركيزات النحاس والرصاص في مياه الصرف الصحي قبل الامتزاز	جدول (2.IV)
73	تأثير الأس الهيدروجيني على الامتزاز	جدول (3.IV)
74	تأثير وقت الاتصال على الامتزاز	جدول (4.IV)
74	تأثير الكتلة على الامتزاز	جدول (5.IV)
75	تأثير تغير الأس الهيدروجيني على سعة الامتزاز ونسبة إزالة المعادن	جدول (6.IV)
75	تأثير وقت التلامس على سعة الامتزاز ونسبة إزالة المعدن	جدول (7.IV)
75	تأثير الكتلة على قدرة الامتزاز ونسبة إزالة المعادن	جدول (8.IV)
83	المواد والأجهزة المستخدمة في تحضير الشيتوزان	جدول (9.IV)
85	كمية الكروم الممتصة بعد إضافة 50mg من الشيتوزان بسرعة تقليب 250 دورة في الدقيقة	جدول (10.IV)
93	المواد والأجهزة المستخدمة في تحضير السيليلوز	جدول (11.IV)
97	نسبة كفاءة و قدرة الامتزاز ل PANI-NCC	جدول (12.IV)
98	العينات قبل و بعد الترشيح	جدول (13.IV)

## قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الشكل
8	مخطط لأهم أسباب تلوث مياه الصرف.	الشكل (1.I)
17	أصناف إيزوتارم الامتزاز.	الشكل (2.I)
18	إيزوتارم لنجمير للامتزاز.	الشكل (3.I)
19	إيزوتارم فروندليش.	الشكل (4.I)
23	أهم مصادر المتاحة لمعالجة المياه الصرف عن طريق الامتزاز.	الشكل (1.II)
25	بنية الكربون المنشط	الشكل (2.II)
27	مراحل تحضير الكربون المنشط	الشكل (3.II)
28	الكربون المنشط المسحوق.	الشكل (4.II)
28	الكربون المنشط الحبيبي	الشكل (5.II)
29	ألياف الكربون المنشط	الشكل (6.II)
30	تصنيع الشيتوزان من قشور الجمبري.	الشكل (7.II)
32	مراحل تحضير الشيتوزان.	الشكل (8.II)
33	البنية الكيميائية السيليلوز.	الشكل (9.II)
34	مراحل تحضير السيليلوز	الشكل (10.II)
35	السيليلوز البلوري الدقيق	الشكل (11.II)
35	يوضح خلاص السيليلوز المشتقة من البلاستيك	الشكل (12.II)
42	إحصائيات الدراسات السابقة حول معالجة المياه حسب قاعدة البيانات " Science direct و " springer "	الشكل (1.III)
43	إحصائيات الدراسات السابقة لقاعدة البيانات "springer"	الشكل (2.III)
44	دراسة الفحم عن طريق المسح المجهر الإلكتروني	الشكل (3.III)
47	عظام الإبل قبل وبعد التنشيط	الشكل (4.III)
48	خشب الأشجار قبل وبعد التنشيط	الشكل (5.III)
49	جوز الهند قبل وبعد التنشيط	الشكل (6.III)
50	Hydnocarpus pentandra	الشكل (7.III)
51	هيكل الشيتوزان	الشكل (8.III)

58	امتزاز AuNPS و AgNPS باستخدام كبسولات دقيقة ( إيثيل السيليلوز المسامية المغلفة بالبولي إيثيلين)	الشكل (9.III)
60	مقارنة كفاءة الامتزاز لألياف قش الارز و الياف السيليلوز و الياف النانو سيليلوز	الشكل (10.III)
61	توضيح لأغشية BC	الشكل (11 .III)
61	a : عينة من مياه قبل الترشيح، b: نتائج احتباس الصبغة على الغشاء بعد الترشيح ، c: العينة بعد الترشيح	الشكل (12.III)
76	تأثير الكتلة على قدرة امتزاز الرصاص والنحاس.	الشكل (1.IV)
77	تأثير قيمة الرقم الهيدروجيني على قدرة امتزاز الرصاص والنحاس.	الشكل (2.IV)
78	تأثير وقت التلامس على نسبة الإزالة.	الشكل (3.IV)
84	قمم الشيتوزان ذات صلة مقارنة بطيف FTIR قياسي للشيتوزان	الشكل (4.IV)
85	أطياف حيود الأشعة السينية المركبة مسحوق الشيتوزان.	الشكل (5.IV)
86	آلية ربط أيون المعدن بواسطة الشيتوزان.	الشكل (6.IV)
87	أطياف FTIR من (a) الشيتوزان ، (b) شيتوزان كروم.	الشكل (7.IV)
91	أطياف FT-IR لـ CNC غير المعدلة و CNC الكربوكسيل.	الشكل (8.IV)
92	a تأثير جرعة الممتزات على إزالة الصبغة% و qe. b تأثير تركيز الصبغة الأولي على إزالة الصبغة% و qe. d تأثير القوة الأيونية على qe	الشكل (9.IV)
94	تصنيع ( PANI-NCC ) انطلاقاً من الانيلين	الشكل (10.IV)
96	تزداد كفاءة الامتزاز (%) وقدرة الامتزاز (mg/g) مع زيادة تركيز (a) PANI-NCC تأثير تركيزه مادة الامتزاز النانوية ، (b) تأثير تركيز الكروم ثلاثي التكافؤ وسداسي التكافؤ، (c) تأثير الأس الهيدروجيني.	الشكل (11.IV)
97	أنماط XRD بعد امتزاز الكروم (a) طيف XRD لـ PANI-NCC بعد امتزاز الكروم ، (b) الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية لـ PANI-NCC بعد امتزاز الكروم.	الشكل (12.IV)
99	التحليل الوزني الحراري (TGA) لخلات السليلوز النقي (CA) ومصنوفة بوليمر $CA / Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ التي تم الحصول عليها عند ضغط ماء يبلغ 0 بار و 7 بار.	الشكل (13.IV)

## قائمة العلاقات والمعادلات

الصفحة	العنوان	العلاقة
17	معادلة حساب كمية المادة الممتازة .	(1.I)
18	معادلة لنجمير.	(2.I)
18	التحويل الخطي لمعادلة لنجمير.	(3.I)
18	معادلة فروندليش.	(4.I)
19	التحويل الخطي لمعادلة فروندليش.	(5.I)
19	النموذج الحركي للرتبة الوهمية الأولى للعالم Lagergren.	(6.I)
19	ادخال اللوغاريتم على النموذج الحركي للرتبة الوهمية الأولى للعالم Lagergren.	(7.I)
19	النموذج الحركي للرتبة الوهمية الثانية.	(8.I)
20	المعادلة بعد تكامل النموذج الحركي للرتبة الوهمية الثانية.	(9.I)
20	معادلة الطاقة الحرة .	(10.I)
20	معادلة التغير في الانتالبي و الاختلاف في الانتروبي.	(11.I)
78	معادلة حساب سعة الامتزاز	(1.IV)
86	التفاعلات الكيميائية للشيتوزان مع ايون المعدن	(2.IV)
86	التفاعلات الكيميائية للشيتوزان مع ايون المعدن	(3.IV)
95	معادلة لحساب كفاءة الامتزاز	(4.IV)
95	معادلة قدرة امتزاز المواد	(5.IV)

## فهرس الموضوعات

	الإهداء
	شكر و عرفان
أ	فهرس الجداول
ب	فهرس الأشكال
ت	فهرس المعادلات
2	مقدمة عامة
	الجانب النظري للدراسة الفصل الاول : عموميات حول مياه الصرف الصناعية
6	مقدمة
6	I.1. مياه الصرف
6	I.1.1. تعريف مياه الصرف
6	I.2.1. مصادر مياه الصرف
7	I.3.1. مكونات مياه الصرف
8	I.4.1. خصائص مياه الصرف
9	I.2. مياه الصرف الصناعية
9	I.2.1. تعريف
9	I.2.2. خصائص مياه الصرف الصناعي
9	I.2.2.1. الخواص الفيزيائية لمياه الصرف الصناعي
11	I.2.2.2. الخواص الكيميائية لمياه الصرف الصناعي
12	I.3.2.2. الخواص البيولوجية لمياه الصرف الصناعية
12	I.3.2. أهمية معالجة مياه الصرف الصناعي
13	I.4.2. معايير الحد الأقصى لمعالج صرف نفايات الوحدات الصناعية
13	I.5.2. إزالة الملوثات من المياه
14	I.3. الامتزاز
14	I.3.1. تعريف الامتزاز
14	I.3.2. أهم المميزات التجارية
15	I.3.3. العوامل المؤثرة على الامتزاز
16	I.4.3. آلية الامتزاز
17	I.5.3. ايزوتارم الامتزاز
17	I.6.3. أصناف ايزوتارم الامتزاز
18	I.7.3. نماذج ايزوتارم الامتزاز
19	I.8.3. حركية الامتزاز
20	I.9.3. الدراسة الترموديناميكية للامتزاز
20	خلاصة
21	مراجع الفصل الأول

	الفصل الثاني :مصادر المتاحة لتنقية المياه من الملوثات
23	مقدمة
24	1.II. الكربون المنشط
24	1.1.II. تعريف
24	2.1.II. مصدر الكربون المنشط
24	3.1.II. خصائص الكربون المنشط
24	1.3.1.II. بنية مسامي من الكربون المنشط
25	2.3.1.II. الطبيعة الكيميائية لسطح الكربون المنشط
25	4.1.II. تحضير الكربون المنشط
25	1.4.1.II. الكربنة
26	1. 4. 2. التنشيط
27	5.1.II. أشكال الكربون المنشط
29	6.1.II. عوامل المؤثرة على الكربون المنشط
29	7.1.II. استخدامات الكربون المنشط
30	2. II. الشيتوزان
30	1.2.II. تعريف الشيتوزان
30	2.2.II. مصدر الشيتوزان
30	3.2.II. خصائص الشيتوزان
31	4.2.II. تحضير الشيتوزان
31	1. 4.2. II. نزع البروتين
31	2.4.2.II. التنقية
31	3.4. 2.II. نزع اللون
31	4.4. 2.II. نزع الأسيتيل
32	5.2.II. استخدامات الشيتوزان
33	3.II. السيليلوز
33	1.3.II. تعريف السيليلوز
33	2.3.II. التركيب الكيميائي للسيليلوز
33	3.3.II. مصادر السيليلوز
34	4.3.II. تحضير السيليلوز
34	5.3.II. مشتقات السيليلوز
35	6.3.II. الخواص الفيزيائية و الكيميائية و الحرارية للسيليلوز
35	1.6.3.II. الخواص الفيزيائية
36	2.6.3.II. الخواص الكيميائية و الحرارية للسيليلوز
36	7.3.II. استخدامات
37	8.3.II. تأثير العوامل المختلفة على السيليلوز
37	خلاصة

38	مراجع الفصل الثاني
	الفصل الثالث : الدراسات السابقة
42	مقدمة
42	III.دراسات سابقة
43	III.1.الكربون المنشط
43	III.1.1.الدراسة الأولى: Production of fibrous activated carbons from natural cellulose (jute, coconut) fibers for water treatment applications.
44	III.2.1.الدراسة الثانية: Valorisation d'un résidu naturel ligno-charbon actif-exemple des noyaux de dattes -cellulosique en
45	III.3.1.الدراسة الثالثة : Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution d'une eau contaminée au diuron.
45	III.4.1.الدراسة الرابعة : Wastewater treatment with activated charcoal produced from cocoa pod husk.
46	III.5.1.الدراسة الخامسة : Traitement d'une eau naturelle polluée par adsorption sur du charbon actif (CAK) préparé à partir de tourteaux de karité.
46	III.6.1.الدراسة السادسة : توزيع ومعالجة أيونات الفلوريد في مياه الشرب للمدن الجزائرية(باتنة ، بسكرة ، الوادي).
47	III.7.1.الدراسة السابعة : Activated charcoal production from tree pruning in the Amazon region of Brazil for the treatment of gray water.
48	III.8.1.الدراسة الثامنة : Potential of groundnut shell-based activated charcoal for laboratory water treatment.
48	III.9.1.الدراسة التاسعة : Water Treatment using Chemically Activated Charcoal.
49	III.10.1.الدراسة العاشرة : Adsorption of methylene blue dye over activated charcoal from the fruit peel of plant hydnocarpus pentandra.
50	III.2.الشيتوزان
50	III.1.2.الدراسة الأولى: Evaluation of chitosan as a natural coagulant for drinking water treatment.
51	III.2.2.الدراسة الثانية: Removal of heavy metals from waste water using water hyacinth.
51	III.3.2.الدراسة الثالثة: Chitosan : A review of sources and

	preparation methods
52	Textile dye removal from wastewater effluents using chitosan-ZnO Nano composite. 4.2.III الدراسة الرابعة
52	The use of chitosan for removing selected pollutants from water and wastewater–Short review 5.2.III الدراسة الخامسة:
53	Applications of chitosan in wastewater treatment 6.2.III الدراسة السادسة:
54	Review on recent progress in chitosan-based hydrogels for wastewater treatment application. 7.2.III الدراسة السابعة:
54	Chitosan extracted from mud crab (Scylla olivacea) shells physicochemical and antioxidant properties. 8.2.III الدراسة الثامنة:
55	Chitosan nanocomposites for water treatment by fixed-bed continuous flow column adsorption: a review. 9.2.III الدراسة التاسعة:
56	Design of hybrid Chitosan-Montmorillonite materials for water treatment: Study of the performance and stability. 10.2.III الدراسة العاشرة:
56	3.III السيليلوز
56	Cellulose nanocrystals as promising adsorbents for the removal of cationic dyes. 1.3.III الدراسة الأولى:
57	Cellulose nanopapers as tight aqueous ultra-filtration membranes. Reactive and Functional Polymers. 2.3.III الدراسة الثانية:
57	Use of porous cellulose microcapsules for water treatment. 3.3.III الدراسة الثالثة:
58	Synthetically modified nano-cellulose for the removal of chromium: a green nanotech perspective 4.3.III الدراسة الرابعة:
59	Nano-structured cellulose as green adsorbents for water purification: a mini review. 5.3.III الدراسة الخامسة:
60	Bacterial cellulose membranes for environmental water remediation and industrial wastewater. 6.3.III الدراسة السادسة:
61	Metal oxide-cellulose nanocomposites for the removal of toxic metals and dyes from wastewater. 7.3.III الدراسة السابعة:
62	Development of green and sustainable cellulose acetate/graphene oxide nanocomposite films as efficient adsorbents for wastewater treatment, Polymers. 8.3.III الدراسة الثامنة:
63	High flux photocatalytic self-cleaning nanosheet C <sub>3</sub> N <sub>4</sub> membrane supported by cellulose nanofibers for 9.3.III الدراسة التاسعة:

	dye wastewater purification. Nano Research.
63	All-cellulose functional membranes : الدراسة العاشرة : for water treatment: Adsorption of metal ions and catalytic decolorization of dyes. Carbohydrate Polymers.
64	خلاصة
65	مراجع الفصل الثالث
	الجانب التطبيقي الفصل الرابع: نتائج التجريبية و مناقشة
71	مقدمة
71	1.IV. الكربون المنشط
71	1.1.IV. الدراسة الرابعة
71	2.1.1.IV. الطرق والتقنيات المستخدمة لتحضير الكربون المنشط
72	3.1.1.IV. تحضير الكربون المنشط
72	4.1.1.IV. تجربة الامتزاز
73	5.1.1.IV. النتائج والمناقشة
78	2.1.IV. الدراسة الخامسة
78	2.2.1.IV. تحضير الكربون المنشط
78	3.2.1.IV. جهاز الامتزاز التجريبي دفعة
79	4.2.1.IV. النتائج ومناقشة
80	3.1.IV. الدراسة السادسة
80	1.3.1.IV. تحضير الكربون النشط
80	2.3.1.IV. نتائج و مناقشة
81	4.1.IV. الدراسة العاشرة
81	1.4.1.IV. تحضير الكربون المنشط
81	2.4.1.IV. تجربة الامتزاز
82	3.4.1.IV. نتائج ومناقشة
82	2.IV. الشيتوزان
82	1. 2.IV. الدراسة الثانية
82	1.1.2. IV. الطرق والتقنيات المستخدمة لاستخراج الشيتوزان
83	2.2.1.IV. تحضير الشيتوزان
84	3.2.1.IV. دراسة امتزاز المعادن الثقيلة بواسطة الشيتوزان
84	1. 3. IV. تحضير محلول كروم (20mg/l)
84	2.3. IV. دراسة تأثير درجة حرارة التفاعل وحجم جزيئات الشيتوزان ودرجة الحموضة في المحلول
84	4. IV. النتائج والمناقشة
85	1.4. IV. فحص امتزاز ايونات الكروم بواسطة الشيتوزان تحت ظروف مختلفة

86	IV. 4. 2. التفاعلات الكيمائية للشيتوزان مع ايون المعدن
86	IV. 3.4. عوامل مؤثرة على ايون المعدن لإمتزاز بواسطة الشيتوزان
87	IV. 2. 2. الدراسة الثالثة
87	IV. 2.2. 1. تحضير الشيتوزان
88	IV. 2.2.2. استنتاجات الدراسة
88	IV. 3.2.2. النتائج والمناقشة
88	IV. 3. 2. الدراسة السادسة
88	IV. 1.3.2. تحضير الشيتوزان
88	IV. 2.3.2. النتائج والمناقشة
89	IV. 4.2. الدراسة الثامنة
89	IV. 1.4.2. تحضير الشيتوزان
90	IV. 3.4.2. النتائج والمناقشة
90	IV. 3. السليلوز
90	IV. 1.3. الدراسة الاولى
90	IV. 1.1.3. كربوكسيل بلورات السليلوز النانوية
91	IV. 2.1.3. دراسات الامتزاز
92	IV. 3.1.3. دراسة تأثير تركيز الصبغة الأولى ، تأثير تركيز الممتزات و القوة الايونية
92	IV. 4.1.3. النتائج والمناقشة
93	IV. 2.3. الدراسة الرابعة
94	IV. 1.2.3. تصنيع النانو سليلوز مركب و المعدل بالبوليانيلين (PANI-NCC)
94	IV. 2.1.3. تجربة إزالة أيونات الكروم
95	IV. 3.2.3. دراسة تأثير معاملات الامتزاز
96	IV. 4.2.3. الأدلة الداعمة لامتزاز ثلاثي التكافؤ و الكروم سداسي التكافؤ
97	IV. 5.2.3. النتائج
98	IV. 3.3. الدراسة السادسة
98	IV. 1.3.3. إنتاج أغشية BC
98	IV. 2.3.3. النتائج و المناقشة
99	IV. 4.3. الدراسة التاسعة
99	IV. 1.4.3. تحضير الغشاء
99	IV. 2.4.3. تجربة الترشيح
99	IV. 2.4.3. نتائج
100	خلاصة
102	الخاتمة
	الملخص



# المقدمة العامة

**مقدمة عامة :**

اصفرت السنوات الأخيرة عن اهتمام متزايد بحماية الطبيعة وعلى وجه الخصوص الثروة المائية. يمثل تلوث المياه تهديداً مستمراً للإنسان وبيئته ، ويرتبط من ناحية بسوء الاستخدام ومن ناحية أخرى بالتصريف المكثف للمواد السامة دون رقابة [01] العديد من الصناعات كصناعة المنسوجات والورق والبلاستيك ، الصناعات الغذائية ، والبتروكيماويات ، والمستحضرات الصيدلانية وصناعات الصبغ ، الكثير من المياه التي سيتم تصريفها بعد ذلك إلى الطبيعة كمخلفات سائلة محملة بمواد مختلفة ضرورية لعملية التصنيع ، ولكن معظمها ضار بالبشر والبيئة [02] . تم تطوير العديد من تقنيات العلاج لهذه المضافات الكيميائية ، بما في ذلك الامتزاز يبدو انه العملية الأنسب لمعالجة المياه بسبب فعاليته المثبتة في التخلص من الملوثات العضوية الدقيقة وأيضاً لاعتبارات اقتصادية [03]. يستخدم كذلك على نطاق واسع في مجال معالجة المياه بشكل عام وفي الصناعات الغذائية والصيدلانية بشكل خاص [04]. تعتمد فعالية هذه التقنية بشكل أساسي على أداء المادة الماصة. لا يزال الكربون المنشط هو المادة الأكثر استخداماً في معالجة المياه الملوثة [05] ، نظراً لكفاءته في امتصاص ملوثات مختلفة بما في ذلك الجزيئات العضوية لأن لها سطحاً خاصاً كبيراً لكل وحدة كتلة وله تقارب كبير [06].

ومع ذلك ، فإن تكلفتها المرتفعة تحد من استخدامها وقد دفعت إلى البحث المنهجي عن مواد أقل تكلفة كمواد ماصة بديلة [07] . في الآونة الأخيرة ، درس العديد من الباحثين جدوى تحويل العديد من المنتجات الثانوية والنفايات الزراعية ، المتوفرة محلياً وبوفرة ، إلى مواد نشطة. هذه المواد مثيرة للاهتمام اقتصادياً وبيئياً لأنها تأتي من مصادر متجددة من أصل نباتي مثل: خوخ [08] ، نوى التمر [9] ، ... . او من اصل حيواني[10] ، ارتكزت اغلب الدراسات البحثية الحديثة على تحضير المواد المازة ودراسة حركية الامتزاز. الهدف من هذا العمل النظر في الدراسات السابقة و اهم المصادر القادرة على التخلص من بعض الملوثات العضوية الدقيقة او المعدن الثقيلة الموجودة بشكل كبير في مخلفات النفايات السائلة الزراعية والصناعية من الصناعات الغذائية عن طريق الامتزاز على سطح الممتز المحضر من النفايات ذات الأصل النباتي والحيواني: القهوة ، قشر البرتقال ، بذور البطيخ والعظام....

انقسمت اجزاء هذه المذكرة الى :

**الجزء الاول " الجزء النظري "** و الذي تكون من فصلين اشتملا الى اهم المفاهيم حول :

-عموميات حول المياه المستعملة

- المصادر البديلة المتاحة لتنقية المياه

**الجزء الثاني :**

- تجميع لاهم الدراسات السابقة حول الموضوع

-نتائج تجريبية و مناقشتها

ليختتم العمل النهائي بخاتمة عامة خلصت الى اهم النقاط التي تطرقت اليها المذكرة .

## المراجع :

1. **Namane A., Mekarzia A., Benrachedi K., Belhaneche-Bensemra N., Hellal A.** (2005), *Determination of the adsorption capacity of activated carbon made from coffee grounds by chemical activation with  $ZnCl_2$  and  $H_3PO_4$* , Journal of Hazardous Materials 119 : 189-194.
2. **Dominique R., Maria de Lourdes D. N., Daniel S.** (2009), *Adsorption of complex phenolic compounds on active charcoal: Adsorption capacity and isotherms*, Chemical Engineering Journal 148 : 1-7.
3. **Robinson T., Chandran B., Nigam P.** (2002), *Removal of dyes from a synthetic textile dye effluent by biosorption on apple pomace and wheat straw*, Water Research 36 : 2824-2830.
4. **Jurui Q., Zhi L., Yupeng G., Hongding X.** (2004), *Adsorption of phenolic compounds on micro- and mesoporous rice husk-based active carbons*, Materials Chemistry and Physics 87 : 96-101.
5. **Wibowo N., Setyadhi L., Wibowo D., Setiawan J., Ismadji S.** (2007), *Adsorption of benzene and toluene from aqueous solutions onto activated carbon and its acid and heat treated forms: Influence of surface chemistry on adsorption*, Journal of Hazardous Materials 146 : 237-242.
6. **Qing-Song L., Tong Z., Peng W., Ji-Ping J., Nan L.** (2010), *Adsorption isotherm, kinetic and mechanism studies of some substituted phenols on activated carbon fibers*, Chemical Engineering Journal 157: 348-356.
7. **Attia A. A., Girgis. S. B., Nady A. F.** (2008), *Removal of methylene blue by carbons derived from peach stones by  $H_3PO_4$  activation: Batch and column studies*, Dyes and Pigments 76 : 282-289.
8. **Koby M., Demirbas E., Senturk E., Ince M.** (2005), *Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone*, Bioresource Technology 96 : 1518-1521.
9. **Hazourli S., Ziati M., Hazourli A.** (2009), *Characterization of activated carbon prepared from lignocellulosic natural residue:-Example of date stones*, Physics Procedia, 2 : 1039-1043.
10. **Saeed A., Mehwish S., Muhammad I.** (2010), *Application potential of grapefruit peel as dye sorbent: Kinetics, equilibrium and mechanism of crystal violet adsorption*, Journal of Hazardous Materials 179 : 564-572.



# الجزء الثاني



الفصل الاول

عشر بيان حول النباه

المتصلة والصناعية

**مقدمة:**

نظرًا لكون المياه ذات أهمية قصوى ، فإن الحاجة إلى تحسين جودتها والحفاظ عليها تتزايد باستمرار لكن المصادر الثابتة وغير الثابتة تلوث مواردنا المائية القيمة. نوعية مواردنا المائية تتدهور يومًا بعد يوم بسبب الإضافة المستمرة للمواد الكيميائية غير المرغوب فيها، فيعد التصنيع والحضارة والأنشطة الزراعية وغيرها من التغيرات البيئية والعالمية من أهم المصادر الرئيسية لتلوث المياه.

حيث يعد التلوث الناجم عن الملوثات العضوية خطير للغاية بسبب آثارها الجانبية المختلفة وطبيعتها المسببة للسرطان. لذلك ، فإن أهمية الحفاظ على جودة المياه وتحسينها أمر ضروري في الحياة وتزايد باستمرار.[1]

**I. 1. المياه صرف:****I. 1.1. تعريف المياه صرف:**

تُعرف المياه صرف على أنها مياه يطرأ عليها تغير في الخصائص الطبيعية، الكيميائية و البيولوجية، مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره.

إلا أنه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من % 99.99 ماء و% 0.1 مواد صلبة سواء كانت عالقة أم ذائبة، عضوية أو غير عضوية المنشأ، كما تحتوي على الكثير من البكتيريا هوائية أو لاهوائية[2].

**I. 1. 2. مصادر المياه صرف:**

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى:

**❖ المياه صرف المنزلية:**

تأتي من مختلف الاستعمالات المنزلية للماء وتحمل خاصية التلوث العضوي و تنقسم إلى قسمين:

- المياه التي مصدرها الحمامات ، المطابخ وهي في العموم تحتوي على الدهون ، المنظفات ، الصابون وشوائب إلخ.....

- مياه المراحيض تشمل مختلف المواد العضوية الأزوتية ( البراز و البول ) و الفيروسات الخطيرة .[2]

**❖ المياه صرف الصناعية:**

تشمل المياه الناتجة من مختلف المصانع الموجودة في المدينة وهي تختلف في كمياتها وفي محتوياتها من مصنع لآخر، فبينما نجد المياه صرف في التبريد تكاد تكون خالية من الشوائب نجد أن المخلفات الناتجة عن صناعة الورق مثلا تحتوي على تراكيز عالية جدا للمواد العالقة و الذائبة العضوية كانت أو غير العضوية.[2]

## ❖ مياه الأمطار:

مياه الأمطار تسقط عموماً ملوثة بسبب الملوثات الموجودة في الهواء، المناطق الصناعية تكون ملوثة بدرجة قوية في الأماكن التي تكون فيها المصانع الكيميائية كثيرة أو حينما تسقط على الأرض، فمنها ما يسقط على الأراضي الزراعية و على الطرقات و سطوح المنازل، فهي عامل من عوامل إيصال الرمال إلى شبكات الصرف. تجد المياه الأمطار طريقها إلى شبكة الصرف عن طريق بالوعات الشوارع حاملة معها بعض المواد العالقة مما قد تجده أمامها على الأسطح و الشوارع و الطرقات. [2]

## ❖ مياه الرش:

وهي المياه الجوفية التي قد تدخل إلى المواسير الصرف خلال الوصلات غير المتقنة أو خلال الماسورة نفسها إذا كان مسامياً. [2]

## 3.1.I مكونات المياه صرف:

تنقسم المواد التي يمكن لها تلويث المياه إلى 8 مجموعات، وكل منها يضم عدد من المكونات لها خصائص أو تأثيرات معينة على نوعية الماء، وتتنحصر هذه المجموعات فيما يلي:

❖ مواد بيولوجية مسببة للأمراض مثل: البكتريا الممرضة المؤثرة على صحة الإنسان وتسبب له أمراض، مثل: حمى التيفويد، الكوليرا، حمى الباراتفويد والدوسنتاريا.

❖ مواد سامة مثل: الزرنيخ، الرصاص، الزئبق، الكاديوم.....الخ، بالإضافة إلى أنواع مختلفة من المركبات الكيميائية العضوية (مبيدات، مذيبات، منظفات، زيوت ودهون...)

❖ مغذيات غير عضوية: مثل النيتروجين والفسفور التي تنتج عن إضافة الأسمدة للأراضي الزراعية.

❖ كيميائيات ذائبة في الماء ( أملاح، أحماض وأيونات المعادن الثقيلة).

❖ مواد صلبة معلقة (أتربة، مواد غير ذائبة).

❖ مواد مشعة مثل اليورانيوم والراديووم.....الخ.

❖ حرارة (ذوبانية الأوكسجين تعتمد على الحرارة).

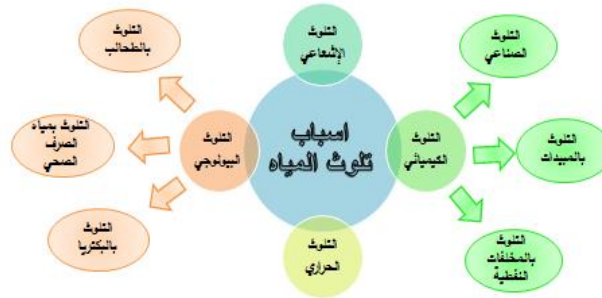
❖ مخلفات تستهلك الأوكسجين الحيوي (مواد عضوية).

حيث يوضح الجدول (1.I) أهم المكونات الأساسية للمياه صرف ومصادرها وبعض المخاطر وطرق معالجتها [3].

**جدول(1.I):المكونات الأساسية لمياه الصرف ومصادرها وبعض المخاطر وطرق معالجتها.**

نوع الملوث	مصدره	المخاطر الناجمة	نوع المعالجة
مواد صلبة (حجارة، مواد بلاستيكية، أتربة عالقة..)	- نفايات منزلية - ما تجره السيول	إعاقات في استعمال هذه المياه (انسداد أنابيب نقل المياه)	معالجة فيزيائية كلاسيكية (غربلة، ترشيح، تركيد..)
زيوت صناعية	نفايات منزلية، نفايات صناعية (محطات غسل وتشحيم السيارات ....)	تلوث البيئة،تسمم المياه...	معالجة فيزيائية كلاسيكية (فصل الزيوت)
مواد عضوية منحلّة مواد كيميائية (معادن ثقيلة مثل الرصاص ، الزئبق)	- استعمالات منزلية - مبيدات فلاحية - مخلفات المستشفيات - مخلفات صناعية	حالات تسمم وأمراض أخرى خطيرة	- معالجة بيولوجية - معالجة كيميائية

يوضح الشكل(1.I) أهم أسباب تلوث المياه صرف



**الشكل (1.I): مخطط لأهم أسباب تلوث المياه صرف.**

**4.1. I. خصائص المياه صرف :**

❖ **الخصائص الفيزيائية:**

- درجة الحرارة  $T(C^{\circ})$ .

- الرائحة.

- اللون.

-المواد الصلبة.[3]

❖ **الخصائص الكيميائية:**

- الدليل الهيدروجيني (pH).

- الأكسجين المنحل.
- الطلب الحيوي على الأكسجين  $DBO_5$ .
- الطلب الكيميائي على الأكسجين DOC.
- العناصر المؤكسدة: مثل الأزوت ، الفسفور و المعادن الثقيلة.[3]

#### ❖ الخصائص البيولوجية:

تحتوي المياه صرف على الكثير من مسببات المرض والتي يطلق عليها عادة العوامل الممرضة مثل الجراثيم والبكتيريا الضارة والفطريات والفيروسات والديدان المعوية وغيرها، لذا يجب التخلص من هذه العوامل حتى لا تتعرض صحة المجتمع العامة للخطر [3].

### 2.I. المياه صرف الصناعية:

#### I. 1.2- تعريف:

تشمل المياه صرف الصناعية جميع المياه التي يتم تصريفها من قبل المصانع في البيئة الخارجية ، بعد أن تكون قد ساهمت في التصنيع والتنظيف والنقل والتبريد.

الصناعة هي النشاط البشري الذي يولد معظم مياه الصرف الصحي و يختلف تكوين وتركيز النفايات السائلة الصناعية بشكل كبير حسب نوع الصناعة وبالتالي ، فإن كل عملية صناعية تولد كميات ونوعية محددة من مياه الصرف الصحي التي يمكن أن تحتوي على كميات كبيرة من الملوثات. بالإضافة إلى المواد العضوية أو النيتروجينية أو الفوسفورية ، فقد تحتوي أيضاً على منتجات سامة ومذيبات ومعادن ثقيلة وملوثات دقيقة المواد العضوية والمحروقات ،يمكن أن تكون بعض هذه المياه سامة لأنواع المائية والنباتات والبشر[4].

#### I. 2.2. خصائص المياه صرف الصناعي:

تفضل الشركات الصناعية التخلص من مخلفاتها الصناعية السائلة بصرفها مباشرة في المجاري العمومية ولذلك فإنه من الضروري ألا تسمح السلطات الرقابية بصرف أية مياه صرف صناعية على الشبكات العمومية قبل معرفة خصائص هذه المياه ومدى قدرة شبكة الصرف على استيعابها بالإضافة إلى معرفة تأثير ومدى خطورة صرف المركبات المختلفة الموجودة في هذه المياه على شبكات الصرف الصحي.[4]

#### I. 1.2.2 I. الخواص الفيزيائية لمياه الصرف الصناعي:

#### ❖ المواد الصلبة:

عمليا تعرف المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف على أنها كل المواد التي تبقى بعد التبخير عند درجة حرارة من 103 إلى 105 درجة مئوية، أما المواد التي لها ضغط بخاري مرتفع فإنها سوف تفقد في عملية التبخر عند هذه الدرجة وبالتالي لا تعتبر مواد صلبة.

تعتبر المواد الصلبة القابلة للترسيب المقاسة ب ml/l مقياسا تقريبا لكمية الحماية التي سوف تتفصل بالترسيب الأولي، ويمكن تقسيم المياه الصلبة الكلية أو المتبقية بعد التبخير أيضا إلى مواد لا يمكن ترسيحها (عالقة) أو مواد يمكن ترسيحها وذلك بتمرير حجم معلوم من السائل خلال فتر .

ويحتوي الجزء القابل للترسيب من المواد الصلبة على رغوية ومواد صلبة مذابة، ويحتوي جزء المواد الرغوية على جزيئات بحجم 0.001 إلى 1 ميكرومتر، أما المواد الصلبة المذابة فتحتوي على جزيئات من مواد عضوية ومواد غير عضوية وأيونات ذائبة في الماء، وبشكل عام لا يمكن فصل المواد الرغوية بالترسيب لذلك يجب استعمال الأكسدة البيولوجية أو الترويب يتبعها مرحلة الترسيب لترويق المياه. تتواجد المواد الصلبة العالقة بكميات كبيرة في الصرف الصناعي لعدة صناعات مثل صرف صناعات المعلبات والصناعات الورقية حيث يتم حجزها بمصافي خاصة أو ترسيبها في وحدة المعالجة، وتسمى المواد الصلبة التي تزال بالترسيب وتفصل عن مياه الغسيل بالحماة حيث تضح بعد ذلك إلى أحواض تجفيف أو تصفى لإزالة الماء منها (Dewatering) و يمكن تقسيم المواد الصلبة تقسيما آخرًا طبقا لدرجة تطايرها عند درجة  $50 \pm 550$  درجة مئوية حيث يتأكسد الجزء العضوي عند هذه الدرجة و يتحول إلى غاز بينما يبقى الجزء الغير عضوي كرماد ، وبذلك يمكن أن نطلق مصطلح (المواد العالقة المتطايرة)

و(المواد العالقة الثابتة) على كل من المحتوي العضوي والغير العضوي المعدني للمواد العالقة على الترتيب ويتم دائما إجراء تحليلا للمواد الصلبة المتطايرة على الحملة لقياس مدي الثبات البيولوجي لها .

[4]

#### ❖ الروائح :

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحليل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات، تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة.

#### ❖ درجة الحرارة:

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك على تأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها وكذلك على الأحياء المائية وعلى مدى ملائمة المياه للاستخدامات المفيدة فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدي إلى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلية لمياه الصرف ولذلك فإن العديد من المنشآت الصناعية تولي اهتماما بالغا بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عملية التبريد. بالإضافة إلى ما سبق فإن الأكسجين قبل الذوبان في المياه الدافئة عن المياه الباردة ولذلك فإنه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في فصل الصيف يزيد معدل التفاعلات البيو كيميائية مصاحبا لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية مما قد يؤدي إلى تمدد حاد لتركيز الأكسجين الذائب في المياه وقد تتزايد هذه التأثيرات الخطيرة عن زيادة كميته المياه الساخنة التي صرفها

على المسطحات المائية مع ملاحظة أنه عند حدوث أي تغيير مفاجئ لدرجة الحرارة قد ينتج عنه ارتفاع معدل الوفيات في الأحياء المائية كما أن الارتفاع الغير طبيعي لدرجة الحرارة قد يؤدي الي ازدياد نمو بعض النباتات المائية الغير مرغوب فيها والفطريات. [4]

#### ❖ اللون:

يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقا لنوع الصناعة ولذلك فإنه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون ولا يمكن لطرق المعالجة التقليدية إزالة اللون وذلك لأن أغلب المواد الملونة في الحالة الذائبة ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة و في بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية.

#### ❖ العكارة:

هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة عموما فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها[5].

### 2.2.2.I. الخواص الكيميائية لمياه الصرف الصناعي:

#### ❖ المواد العضوية :

تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين في بعض الأحيان النتروجين هذا بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى المهمة من الكبريت والفسفور والحديد وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على كميات قليلة من جزئيات عضوية مصنعة والتي يتباين تركيبها الكيميائي تباينا كبيرا مثل المنظفات الصناعية والملوثات العضوية الرئيسية... إلخ وقد أدي وجود هذه المركبات إلي تعقيدات عديدة لعمليات معالجة مياه الصرف الصناعي لأن أغلب المركبات لا تتحلل بيولوجيا أو تتحلل ببطء شديد.[5]

#### ❖ الزيوت والدهون والشحوم:

تعتبر الدهون من أكثر المواد العضوية ثباتا حيث لا تتحل بسهولة بفعل البكتريا ويصل الكيروسين وزيوت التشحيم إلى الصرف عن طريق الورش والمستودعات حيث يطفو على سطح مياه الصرف ويتبقى جزء ضئيل منه في صورة مواد راسية تتجمع مع الحمأة هذا وتسبب الزيوت المعدنية مشاكل في الصيانة نتيجة لتغطيتها للأسطح وإذا لم تتم إزالة الشحوم قبل صرف المياه إلى البيئة الخارجية فيها قد تؤثر عكسيا على الحياة البيولوجية في المياه السطحية مسببة طبقة مواد طافية غير مرئية وتعتبر الزيوت والشحوم مادة اختبار لتحديد مكونات المواد الهيدروكربونية الموجودة بمياه الصرف الصناعي وهذه الاختبارات تتضمن شحوم وزيوت حرة وشحوم وزيوت مستحلبة وباستخدام هذه الاختبارات سيتم تحديد طبيعة المعالجة المطلوبة ويتم إزالة الزيوت والشحوم الحرة بالطفو أو الكشط باستخدام جهاز فصل الزيوت الجاذبة في حين يتم إزالة الزيوت المستحلبة باستخدام نظام التعويم بالهواء الذائب بعد التكسير الكيميائي للزيوت المستحلبة

في كل الأحوال يجب إزالة الشحوم والزيوت قبل إجراء المعالجة البيولوجية وإلا سيحدث السداد في أنابيب توزيع المياه وتوزيع الهواء. [5]

#### ❖ المنظفات الصناعية :

وهي عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهي سبب الرغوة في محطات معالجة مياه الصرف وفي المياه السطحية التي تصرف إليها وتتجمع جزيئات المنظفات في الطبقة ما بين الهواء والماء كذلك تجمع هذه المركبات على سطح فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة ثابتة تفوق عملية المعالجة. [5]

#### ❖ الفينول:

يعتبر الفينول وغيره من المركبات العضوية من المكونات الهامة في المياه حيث يمكن أن يسبب مشاكل في طعم مياه الشرب خاصة عندما تكون المياه معقمة بالكلور وتنتج مادة الفينول من العمليات الصناعية حيث تأخذ طريقها إلى المياه السطحية عند التخلص من مياه الصرف الصناعي ويمكن إزالة الفينول بالأكسدة أثناء المعالجة البيولوجية بتركيزات 500 ml/1. [5]

#### ❖ المركبات العضوية المتطايرة :

هي المركبات العضوية التي لها نقطة غليان أقل من 100 درجة مئوية وضغط بخار أقل من 1 م زئبق عند درجة حرارة 25 درجة مئوية، إن انسياب هذه المركبات في المجاري أو في محطات المعالجة قد تؤثر عكسياً على صحة العاملين بشبكات الصرف ومحطات المعالجة. [5]

#### ❖ المبيدات و الكيماويات الزراعية:

تعتبر المركبات العضوية الموجودة في المبيدات الخضرية والنباتية بالإضافة إلى الكيماويات الزراعية السامة بالنسبة لمعظم الكائنات الحية ويمكن اعتبارها مادة ملوثة مهمة فعالة في المياه المستقبلية للصرف.

### I. 2.2. 3. الخواص البيولوجية لمياه الصرف الصناعية :

بعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات ، وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختيار نوع معين من الكائنات المؤشرة، وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة المياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة [5].

### I 2. 3. أهمية معالجة مياه الصرف الصناعي :

تتنظر الصناعة إلى معالجة مياه الصرف الصناعي على أنها ضرورة مفروضة عليها تلجأ إليها عندما تؤثر مياه الصرف الصناعي على المياه المستقبلية لها بشكل واضح و مرئي أو عندما تلقى المنشأة القبول لدى الرأي العام في مقابل ما تبذله من مجهودات و تكاليف ، و يجب على الصناعة أن تحاول القيام بمعالجة مياه الصرف بأقل تكلفة تمكنها من الوصول إلى الحدود المناسبة للصرف إلى المياه المستقبلية لها ويتطلب

ذلك إجراء دراسات و تجارب استكشافية ، أن التخطيط و التنسيق المسبق سيوفر الوقت اللازم لاتخاذ القرارات المناسبة ، و بالعكس فإن التقصير في التخطيط لتقليل تكاليف معالجة المياه يمكن أن يؤدي الي احتاج مفاجئ لحل سريع مما يؤدي بالصناعة إلى قرار يوقف الانتاج. لقد كان وعي العامة في بلدنا تجاه التحكم بالتلوث ضعيفا خلال النصف الأول من القرن العشرين وقد شهد تحولا جذريا في بداية هذا القرن ، لحدوث تطور في اهتمامات الرأي العام فيما يتعلق بالحفاظ على البيئة، أن اهتمام المجتمع الحقيقي بالبيئة على المدى الطويل مطلوب لتحقيق تغيير في مفهوم العامة للحفاظ على البيئة و سيتطلب ذلك أيضا تغييرات جذرية في اتجاهات السياسة والاجتماعات التشريعية والاقتصادية في مجال التحكم في التلوث الصناعي بالإضافة إلى التطورات التكنولوجية الحديثة، ويهدف إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصناعي إلى مساندة حماية البيئة والصحة العامة حيث أن التلوث الناتج عن المنشآت الصناعية لا يضر بالبيئة فقط وإنما يؤثر أيضا على صحة الأفراد ولذلك فإن معظم الإجراءات التي يمكن أن تتخذها المنشآت الصناعية للتقليل من تأثيرها الضار على البيئة تؤدي إلى تقليل التأثيرات الضارة على صحة العاملين بالمنشأة والمجتمعات التي تعيش في المناطق المحيطة بها والتي تتأثر بالانبعاثات المختلفة من المصانع [5] .

#### I. 4.2. معايير الحد الأقصى لمعالم صرف نفايات الوحدات الصناعية[6]:

توضح في جدول(2.I) معالم صرف نفايات الوحدات الصناعية كحد أقصى.

المعايير	الحد الأقصى المقبول
PH	$6.5 \leq PH \leq 8.5$
بيكربونات ( $HCO_3$ )	8.5mEq / l
المواد المترسبة	30mg / l
CE	3dS / m
DBO	30mg / l
COD	90mg / l
أزوت ( $NO_3-N$ )	30mg / l
الألمنيوم	20mg / l
البور	2mg / l
الكاديوم	0.05mg / l
الكروم	1mg / l
الرصاص	10mg / l

#### I.5.2. إزالة الملوثات من المياه:

قد تم استخدام أنواع مختلفة من التقنيات لإزالة الملوثات الذائبة والعالقة في المياه منها: الترسيب الكيميائي و التبادل الأيوني و التناضح العكسي و الاستخلاص بالمذيب و الامتزاز .  
لكن الامتزاز أصبح الطريقة المفضلة لإزالة الملوثات ،حيث تم استخدام في هذا الفصل مواد مازة مختلفة لإزالة الملوثات المختلفة: الكربون المنشط و الشيتوزان و السيليلوز.[7]

### I. 3. الامتزاز:

#### I. 1.3. تعريف الامتزاز:

يشير مصطلح الامتزاز إلى تراكم مادة عند السطح البيني بين مرحلتين مثل الصلبة والسائلة أو الصلبة والغازية، المادة التي تتراكم في الواجهة تسمى "adsorbate" والمادة الصلبة التي يحدث عليها الامتزاز هي "الممتزات".

استخدم الفحم لإزالة لون محاليل حمض الطرطريك. لاحظ Larvitz في 1792 و Kehl في 1793 ظاهرة مماثلة مع فحم نباتي وحيواني ، على التوالي ومع ذلك تم اقتراح مصطلح "الامتزاز" من قبل Bois-Reymond ولكن تم إدخاله في الأدبيات بواسطة Kayser فمنذ ذلك الحين ، تم استخدام عملية الامتزاز على نطاق واسع لإزالة المواد المذابة من المحاليل والغازات من الغلاف الجوي .

على سطح المواد الصلبة ، هناك قوى جذب غير متوازنة مسؤولة عن الامتزاز. في الحالات التي يكون فيها الامتزاز ناتجاً عن ضعف قوى فان دير فال ، يطلق عليه الامتزاز الفيزيائي. من ناحية أخرى ، قد يكون هناك رابطة كيميائية بين جزيء الممتز والممتاز ، يشار إلى هذا النوع من الامتزاز بإسم الامتزاز الكيميائي[8].

#### I. 2.3. أهم الممتزات التجارية [8]:

##### ❖ الألومينا المنشط :

تشتمل الألومينا المنشطة على سلسلة من الأشكال غير المتوازنة لأكسيد الألومينا الهيدروكسيل جزئياً ،  $Al_2O_3$ . بشكل عام ، عندما يتم تسخين سلائف الألومينا المائية ، يتم دفع مجموعات الهيدروكسيل تارگاً تركيبية صلبة مسامية من الألومينا المنشطة. كما أنها تستخدم لإزالة المياه من السوائل العضوية بما في ذلك البنزين والكيروسين والزيوت والهيدروكربونات العطرية والعديد من الهيدروكربونات الكلورة التي تتراوح مساحة سطحها من  $200 \text{ m}^2/\text{g}$  إلى  $300$ . [8]

##### ❖ الزيوليت:

الزيوليت عبارة عن ألومينوسليكات بنسب Si / Al بين 1 وما لا نهاية، هناك 40 زيوليت طبيعي وأكثر من 100 زيوليت صناعي. كما أنها تعتبر مواد ماصة انتقائية. المواد التي أساسها الزيوليت متعددة، الاستخدامات للغاية وتشمل استخدامها الرئيسي تصنيع المنظفات ، وراتنجات التبادل الأيوني (مليونات الماء)

والتطبيقات التحفيزية في صناعة البترول ، عملية الفصل (المناخل الجزيئية) وكممتاز للماء وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. تم استخدام الزيوليتات المختلفة لإزالة الملوثات.[8]

### ❖ الكربون المنشط:

يعتبر الكربون المنشط أكثر المميزات شيوعاً والأكثر استخداماً في معالجة مياه الصرف الصحي في جميع أنحاء العالم. تم التعرف على الفحم ، وهو رائد الكربون المنشط الحديث ، باعتباره أقدم مادة ماصة معروفة في معالجة مياه الصرف الصحي. يتم إنتاج الكربون المنشط من خلال عملية تتكون من تجفيف المواد الخام والكربنة متبوعاً بالتنشيط.

يُعرف المنتج الذي تم الحصول عليه بالكربون المنشط وله بشكل عام بنية مسامية للغاية بمساحة سطح كبيرة تتراوح من 600m<sup>2</sup>/g إلى 2000 تم العثور على الكربون المنشط ليكون مادة ماصة متعددة الاستخدامات ، والتي يمكن أن تزيل أنواعاً مختلفة من الملوثات مثل أيونات المعادن ، الأنيونات ، الأصباغ ، الفينولات ، المنظفات ، مبيدات الآفات ، المواد الدبالية ، الهيدروكربونات الكلورة والعديد من المواد الكيميائية والكائنات الأخرى على الرغم من الاستخدام الوفيرة للكربون المنشط ، فإن تطبيقاته تكون مقيدة في بعض الأحيان بسبب تكلفتها العالية، لذلك يبحث الباحثون عن مواد ماصة منخفضة التكلفة للتحكم في تلوث المياه ، حيث تلعب عوامل التكلفة دوراً رئيسياً. على هذا النحو ، تم توجيه الجهود لبعض الوقت نحو تطوير مواد ماصة بديلة منخفضة التكلفة. يمكن تحضير مواد ماصة بديلة منخفضة التكلفة من مجموعة متنوعة من المواد الخام ، والتي تكون وفيرة ورخيصة ، وتحتوي على نسبة عالية من المحتوى العضوي (الكربون) ومحتوى غير عضوي منخفض ، ويمكن تنشيطها بسهولة و تحضير مواد ماصة منخفضة التكلفة من مواد النفايات له مزايا عديدة ، لا سيما الطبيعة الاقتصادية والبيئية. على الرغم من نشر العديد من مقالات علمية حتى الآن تناقش أهمية المميزات منخفضة التكلفة في التحكم في تلوث المياه ، إلا أن العديد منها بشكل عام إما خاص بالامتزاز (المعادن ، الأصباغ والفينولات ..... إلخ) أو خاص بالمميزات ومع ذلك ، فإن أحد أهداف هذا الاستعراض هو تجميع وتقديم إمكانات الامتزاز لمختلف المميزات منخفضة التكلفة التي تم تطويرها من النفايات الزراعية والصناعية لملوثات مائية مختلفة. توفر هذه المراجعة الأدبيات الحديثة من 10-15 سنة الماضية ، لتوضيح فائدة المميزات منخفضة التكلفة في معالجة المياه.[8]

### I. 3.3. العوامل المؤثرة على الامتزاز:

تعتمد عملية الامتزاز على العديد من العوامل أهمها:

❖ **الماز غير القطبي:** لديه أكثر ألفة مع المواد غير القطبية كالكربون، الغرافيت، وغيرها.

❖ **الماز القطبي:** يتم تثبيت الكاتيونات أو الايونات على حسب شحنة سطح الماز، حيث يكون الامتزاز في هذه الحالة انتقائي كهلام السليكا، الطين.

- ❖ **تأثير الممتز:** يتأثر الامتزاز كذلك بالشكل الكيميائي للأجسام المذابة ومنه المركبات العطرية، تمتز بشكل أفضل مقارنة بالمركبات الاليفاتية التي لها نفس عدد ذرات الكربون. كما أن المركبات التي تحتوي على مجموعة هيدروكسيد تقلل من حجم الامتزاز.
- ❖ **أبعاد المسامات:** تلعب المسامية دورا هاما في الامتزاز في المركبات العضوية العطرية، كما يتميز الكربون صغير المسام بقدرة امتزاز أفضل من الكربون كبير المسام في حالة جزيء ضخم.
- ❖ **درجة الحرارة :** عملية الامتزاز هي عملية ناشرة للحرارة عموما وبالتالي ، يجب أن يكون أفضل عند خفض درجة الحرارة في الامتزاز الفيزيائي ورفعها في الامتزاز الكيميائي، فالامتزاز متعلق بشكل كبير بدرجات الحرارة.
- ❖ **تأثير التركيز:** يزداد امتزاز المادة مع زيادة تركيزها في المحلول.
- ❖ **تأثير سرعة التحريك:** هذا العامل يساعد في زيادة توزيع المادة على سطح الماز، والحصول على أعلى قيمة للامتزاز.
- ❖ **وقت الاتصال:** بما أن الامتزاز هو عملية نقل الملوثات من السائل إلى الصلب فلا بد من تحديد الوقت اللازم هو العامل الرئيسي للتحديد. [9]

### I. 3. 4. آلية الامتزاز:

- قبل عملية الامتزاز، يمر المذاب المادة الممتزة عبر عدة مراحل و يمكن تلخيص آلية الامتزاز في الخطوات الأربعة التالية :
- ❖ **الخطوة الأولى :**  
انتشار المادة الممتزة من الطور السائل الخارجي إلى المنطقة القريبة من سطح المادة المازة (مرحلة سريعة جدا) [9].
  - ❖ **الخطوة الثانية:**  
انتشار خارجي للحبيبات من المواد أي انتقال المادة الممتزة من خلال غشاء سائل نحو سطح المادة المازة (مرحلة سريعة).
  - ❖ **الخطوة الثالثة :**  
انتقال داخلي للحبيبات من المواد أي انتقال المادة داخل البنية المسامية للسطح الخارجي للحبيبات نحو المواقع النشطة(مرحلة بطيئة..).
  - ❖ **الخطوة الرابعة :**  
ظاهرة الامتزاز في اتصال مع المواقع النشطة (مرحلة سريعة جدا). [7].
- ### I.3.5. ايزوتارم الامتزاز :

يمكن وصف عملية الامتزاز باستخدام ايزوتارم الامتزاز ، لهذا فإن اللايزوتارم هو منحنى يمثل العلاقة بين كمية المادة الممتزة وتركيز المادة في المحلول عند التوازن ،يتم الحصول على هذا المنحنى من نتائج الاختبارات العملية التي أجريت في درجة حرارة ثابتة ، يتم حساب كمية المادة الممتزة باستخدام المعادلة التالية:[7]

$$q_e = (C_0 - C_e) \cdot V/m \dots \dots \dots (1.I)$$

$C_0$ : التركيز الابتدائي للمادة المازة (mg/l)

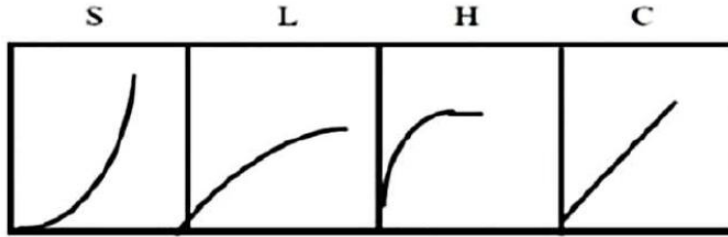
$C_e$ : تركيز المادة الممتزة في المحلول عند التوازن (mg/l)

$q_e$ : كمية المادة الممتزة (mg/l)

$m$ : كتلة المادة المازة (g)

$V$ : حجم المحلول (L)

**6.3.I. أصناف ايزوتارم الامتزاز:** لقد صنف العالم Giles ايزوتارمات الامتزاز إلى أربعة أصناف رئيسية هي (S,L,H,C) كما هو موضح في الشكل (2.I):



الشكل(2.I): أصناف ايزوتارم الامتزاز.

حيث:

**الصنف S:** إلى أن المذيب قد يعاني امتزازا شديدا على السطح الماز و يكون توجه الجزيئات الممتزة فيه بشكل عموديا او مائل على السطح الماز.

**الصنف L:** فيكون توجه الجزيئات الممتزة بصورة افقية على السطح كما ان الامتزاز يكون احادي الطبقة. [7]

**الصنف H:** في المحاليل المخففة جدا و كذلك عند امتزاز جزيئات كبيرة مثل البوليمرات.

**الصنف C:** الى حصول امتزاز كيميائي اذ يوجد في هذا الصنف حاجز ثابت بين المادة الممتزة من جهة و بين المحلول مع السطح الماز من جهة أخرى.[7]

7.3.I. نماذج ايزوتارم الامتزاز:

❖ نموذج ايزوتارم لنجمير (Langmuir):

هو النموذج الأكثر استخداما للتعليق على النتائج التي تم العثور عليها خلال امتزاز المركبات العضوية في المحلول المائي، والتي تمت في درجة حرارة ثابتة، حيث ترتبط الكمية الممتزة ( $q_e$ ) بالسعة العظمى من الامتزاز ( $q_m$ ) عند تركيز التوازن ( $C_e$ ) للمحلول وعند ثابت التقارب ( $K$ ) وهذا النموذج يوضح في المعادلة التالية: [8]

$$q_e/q_m = K_L \cdot C_e / (1 + K_L \cdot C_e) \dots \dots \dots (2.I)$$

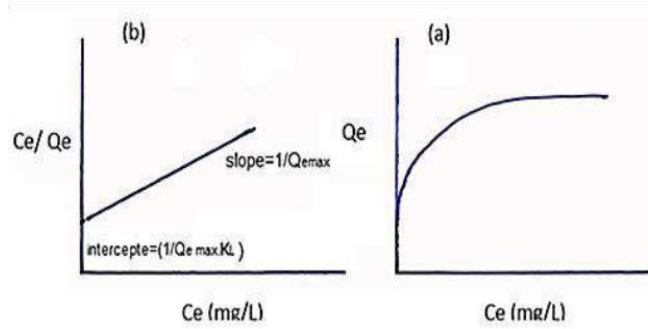
$K_L$  : ثابت LANGMUIR ( $L/mg^{-1}$ )

$q_m$  : السعة العظمى للامتزاز ( $mg \cdot g^{-1}$ )

التحويل الخطي لهذا النموذج له معادلة من الشكل:

$$1/q_e = 1/q_m + 1/K_L \cdot C_e \dots \dots \dots (3.I)$$

يتم تحديد معلمات الامتزاز  $q_m, K_L$  من المعادلة الخطية لإيزوتارم هذا النموذج في الشكل (3.I).



الشكل (3.I) : ايزوتارم لنجمير للامتزاز.

❖ نموذج ايزوتارم فروندليش (FREUNDLICH):

يحدد هذا النموذج العلاقة بين كمية المادة الممتزة و الكمية المتبقية في الطور السائل، وتعتمد هذه المعادلة على التوزيع الآسي لطاقات مواقع الامتزاز، ويعبر عنها بالعلاقة التالية: [8]

$$\frac{X}{M} = K_f \cdot C_e^{1/n_f} \dots \dots \dots (4. I)$$

باعتبار:

$X$ : كمية المادة الممتزة ( $M$  (mg او mmol) : كتلة الممتزات (g)

$C_e$  : التركيز المتبقي للمادة عند التوازن ( $mg/L$  او  $mmol/L$ )

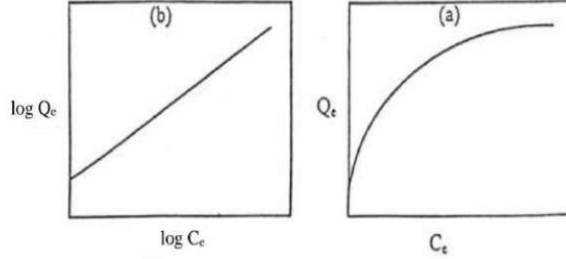
$X/M$  : مقدار النقاوة الممتزة لكل وحدة كتلة من الممتز ( $mg/g$ )

$K_f, n_f$  ثوابت: FREUNDLICH

العبرة الخطية لهذه المعادلة تعطى كالآتي:

$$\text{Log } q_e = \text{Log } K_f + \frac{1}{n_f} \text{Log } c_e \dots \dots \dots (5.I)$$

وعموما هذا النموذج يتوافق مع الامتزاز في المحاليل المخففة كما هو الحال للمبيدات في الماء و أيضا فهو متعدد الطبقات مقارنة مع نموذج لنجميرو يظهر الشكل(4.I) ايزوتارم فروندليش .



الشكل(4.I): ايزوتارم فروندليش.

### 8.3.I. حركية الامتزاز :

هي عدة نماذج تستعمل للتعبير عن ثوابت سرعة الامتزاز على السطح الصلب. أ. النموذج الحركي للرتبة الوهمية الأولى:

تم اقتراح هذا النموذج من قبل العالم (Lagergren) بالمعادلة التالية:

$$\frac{dq}{dt} = K_1(q_e - q_t) \dots \dots \dots (6.I)$$

حيث:

$K_1$ : ثابت السرعة الحركية شبه الرتبة الأولى ( $\text{min}^{-1}$ )

$q_t$ : الكمية الممتزة عند اللحظة t (mg/g)

$q_e$ : الكمية الممتزة عند التوازن (mg/g)

وبإدخال اللوغاريتم النيبييري للعلاقة(6) وبتطبيق شروط محددة  $q_t=0$  عند  $t=0$  و  $q_t=q_t$  عند  $t=t$  تصبح

المعادلة كالآتي:[7]

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - K_1 t \dots \dots \dots (7.I)$$

### ❖ النموذج الحركي للرتبة الوهمية الثانية :

تتعلق سرعة تفاعل شبه الرتبة الثانية بالكمية الممتزة على سطح الماز حيث تكتب العلاقة كالآتي:

$$\frac{dq}{dt} = K_2(q_e - q_t)^2 \dots \dots \dots (8.I)$$

$K_2$ : ثابت سرعة الامتزاز لنموذج شبه الرتبة الثانية (g/mg. min)

$q_e$ : كمية الامتزاز عند التوازن.

$q_t$ : كمية الامتزاز عند اللحظة t.

بتكامل العلاقة (I.8) وبتطبيق الشروط المحددة عند  $q_t=0$  و  $t=0$  عند  $q_t=q_t$  تصبح المعادلة كالآتي [7]:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \dots \dots \dots (9.I)$$

**9. 3.I. الدراسة الترموديناميكية للامتزاز :**

تعكس الدراسة الديناميكية الحرارية جدوى وطبيعة تلقائية عملية الامتزاز، وتشمل الدراسة الترموديناميكية

الطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ ) والتغير في الانتالبي ( $\Delta H^\circ$ ) والاختلاف في الانتروبي ( $\Delta S^\circ$ ) والتي يمكن أن تكون مقدره من ثوابت التوازن عند درجات حرارة مختلفة ، ولتقدير الاختلاف في الطاقة الحرة للتفاعل يتم إعطاء الامتزاز بواسطة ل [7]:

$$\Delta G^\circ = -RT \cdot \text{Lnc} \dots \dots \dots (10. I)$$

حيث:

$\Delta G^\circ$ : الاختلاف في الطاقة الحرة ( $\text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

R : ثابت الغازات المثالية ( $8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

T : درجة الحرارة المطلقة (K)

$k_c$ : ثابت التوزيع (L/g)

يمكن حساب قيم  $\Delta H^\circ$  و  $\Delta S^\circ$  من المعادلة Van't Hoff على نحو التالي:

$$\text{Ln}Kc = \frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R} \dots \dots \dots (11. I)$$

**الخلاصة :**

تطرقنا في هذا الفصل إلى عموميات حول المياه صرف والمياه صرف الصناعية بالإضافة الى عموميات الامتزاز بما في ذلك التعريف، ملوثات المياه، الخصائص، العوامل المؤثرة و اهم المصادر التي يمكن ان تعالج بها هاته المياه ... إلخ.

لنتناول فيما يلي المصادر المتاحة لإزالة مختلف الملوثات من المياه بمصادر طبيعية (الكربون المنشط، الشيتوزان و السيليلوز).

**المراجع و المصادر:****المراجع باللغة العربية :**

[2]- سهيل حاج عمارة، عبد الحق هارون، محمد العيد شليق، قدرة النباتات على تصفية المياه المستعملة، تقني سامي، تخصص: تسيير واقتصاد الماء، المعهد الوطني المتخصص، الشهيد لعمامرة البشير -الوادي-، الدفعة أكتوبر 2016.

[3]- العابد ابراهيم: معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، ببة أحمدعبد الحفيظ، أطروحة دكتوراه في كيمياء عضوية تطبيقية، قسم الكيمياء، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2014-2015.

[5]- بنت المنى عبد الله محمد. (2020). تقييم ومعالجة مياه الصرف الصناعي بمنطقة جباد الصناعية (Doctoral dissertation، جامعة إفريقيا العالمية).

[6]- بن صغير، عريبي، نضال، & ناصر. (2021). اختبار استعمال نبات القصب في معالجة المياه صرف (دراسة نظرية).

[7] - بوخزة سماح & ورخ كريمة (2021) استخدام النفايات القائمة على السيليلوز لإمتزاز المعادن الثقيلة من المحاليل المائية: استعراض مقارنه للإمتزاز و لآليته (2010-2020) .

[9] عياطي، زبيدي، ميلود، سنوقة، & عبد الجبار. (2021). إزالة تلوث الماء باستعمال تقنية الامتزاز على الفحم النشط-دراسة نظرية

**المراجع باللغة الاجنبية :**

[1]Ali, I., Asim, M., & Khan, T. A. (2012). Low cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater. Journal of environmental management, 113, 170-183.

[4]Sawadogo, B. (2018). Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien: cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso (Doctoral dissertation, Université Montpellier; Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement).

[8]Bhatnagar, A., & Sillanpää, M. (2010). Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—a review. Chemical engineering journal, 157(2-3), 277-296



الفصل الثانی

المصادر والمراجع

## مقدمة:

تعد الصناعة العصب الرئيسي في المجتمعات الحديثة و التي يقاص عليها تطور المجتمع في عصرنا الراهن، شهدت العديد من دول العالم تلوث بيئي الذي أحدثته هذه المؤسسات الصناعية و أكثر المصانع التي تعمل على تلويث الهواء (معامل الاسمنت، معامل توليد الطاقة الكهربائية ...) تنتج الصناعات سنويا ما يعادل 2100 مليون طن من النفايات الصلبة و 338 مليون طن من النفايات الخطيرة و تشكل الملوثات الصناعية الكيماوية خاصتا خطرا كبيرا على صحة الانسان و على مصادر المياه و الغلاف الجوي و التربة، فالصناعات تستخدم يوميا مليارات الأمتار المكعبة من المياه و بعد الاستعمالات تصرف هذه المياه التي قد تحتوي على الملوثات و المواد السامة و المركبات العضوية إلى البحار و الانهار غالبا من دون معالجة ملائمة مما ينتج تلوث للمياه و تتأثر بذلك الأحياء و من تم يتأثر بها الإنسان [1].

في السنوات الأخيرة تمت دراسة معالجة المياه الصناعية بالمصادر الطبيعية المستدامة بشكل موسع، من ضمن العديد من الطرق المتوفرة فإن الطرق الأكثر استخداما: التبادل الأيوني، الامتزاز، الترسيب، الترشيح الفائق، التناضح العكسي و الغسيل الكهربائي تميل معظم هذه التقنيات لتكون مكلفة و لا يمكن تطبيقها على النحو الواسع، و من بين هذه الطرق فإن التبادل الأيوني و الامتزاز يبدوان هما الأكثر جذبا و ذلك عند استخدام مصادر طبيعية فعالة و رخيصة مثل الكربون المنشط، السيليلوز و الشيتوزان و قد جذبت هذه المصادر الطبيعية المتاحة مؤخرا الانتباه في معالجة المياه المستعملة الصناعية كميزات رخيصة و متوفرة و سعة الامتزاز كبيرة لملوثات كثيرة [2].

يوضح الشكل (1.ii): أهم مصادر المتاحة لمعالجة المياه المستعملة عن طريق الامتزاز.



الشكل(1.ii): أهم المصادر المتاحة لمعالجة مياه الصرف عن طريق الامتزاز.

**1.II. الكربون المنشط:****1.1.II. تعريف:**

يعرف المجلس الأوروبي لاتحادات الصناعة الكيميائية (C.E.F.I.C) الكربون المنشط بأنه منتجات كربونية ذات بنية مسامية ذات سطح تلامس داخلي كبير جداً، هذه المواد قادرة على امتزاز مجموعة متنوعة من المواد على سطحها الداخلي ، لذلك يطلق عليها اسم الممتازات و الكربون المنشط بمعناه الأوسع هو مصطلح يشمل مجموعة واسعة من المواد الكربونية غير المتبلورة التي تظهر مسامية عالية جداً ومساحة كبيرة ممتدة بين الجسيمات، هذه الصفات تعطي الكربون المنشط قوة امتزاز كبيرة، تُستخدم هذه العملية الفيزيائية والكيميائية في أنظمة المياه لإصلاح المواد التي يصعب إزالتها بالمعالجة التقليدية وللتخلص من المواد الدبالية (المسؤولة عن اللون)، الأذواق ، الروائح ، الفينولات ، الكريسول ، وكذلك العديد من المواد السامة غير قابلة للتحلل و المركبات المختارة هي الممتازات والكربون المنشط هو المادة الماصة[3].

**2.1.II. مصدر الكربون المنشط:**

يمكن صنع الكربون المنشط من أي مادة غنية بالكربون : يمكن أن تكون هذه المادة الخام من أصل نباتي (الخشب وقشور جوز الهند والبقول السوداني والفواكه وحبوب الزيتون..... إلخ) أو المعدنية (الليغنيت ، الفحم ، أنثراسايت..... إلخ) أو الحيوان (العظام أو من بقايا البترول أو البولييمرات الاصطناعية) [4].

**3.1.II. خصائص الكربون المنشط :**

تعتمد خصائص الكربون المنشط مثل التركيب المسامي والطبيعة الكيميائية على السلائف المستخدمة وطرق المعالجة المطبقة عليها .

**1.3.1.II. بنية مسامي من الكربون المنشط:**

يكون الكربون المنشط على شكل مستويات من ذرات الكربون والتي قد تحتوي على بعض العناصر غير المتجانسة (الأكسجين، الهيدروجين، الكبريت ...) ولا يحتوي على الترتيب السداسي للجرافيت، ترتيب الخطط على شكل حلقات عطرية مصنوعة بطريقة غير منتظمة مما يخلق فجوات بين الأوراق تسمى المسام والتي تكون في أصل السطح المحدد الكبير للكربون المنشط ، يمكن أن يكون غير متبلور أو متبلور جزئياً في الطبيعة[4].

توضح الصورة (2.II) التالية بنية الكربون المنشط.



الشكل(2.II): بنية الكربون المنشط[23].

وفقاً لتعريف IUPAC (الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية) بناء على حجم المسام نميز:

- تتميز المسامات الدقيقة أو المسامات النانوية بقطر أقل من  $20 \text{ \AA}$  ، هذا النوع من المسام مسؤول عن قدرة الامتزاز العالية للجزيئات ذات الوزن الجزيئي المنخفض.
- المسام المتوسطة لها قطر بين  $20$  و  $500 \text{ \AA}$ .
- يبلغ قطر المسام الكبيرة أكثر من  $500 \text{ \AA}$  وهي تسمح للجزيئات بالوصول إلى المسام المتوسطة والمسام الدقيقة.
- تلعب المسام المتوسطة والمسام الكبيرة التي تشكل طرق وصول إلى المذاب غير المرغوب فيه دوراً مهماً في حركية الامتزاز[4].

### II.3.1.1. الطبيعة الكيميائية لسطح الكربون المنشط:

بالنسبة للكربون المعالج كيميائياً ، يمكن تقديم عدة مجموعات وظيفية، يحتوي الكربون المنشط بشكل عام على الأكسجين في ظل هذه الظروف نتيجة لأكسدته أثناء التنشيط أو التخزين في ظل هذه الظروف يصبح قطبياً[4].

### II.4.1. تحضير الكربون المنشط:

#### II.1.4.1. الكربنة:

الانحلال الحراري هو العملية التي تخضع فيها العينة لدرجات حرارة عالية تتراوح بين  $400$  و  $1000$  درجة مئوية في جو خامل ، من أجل تقليل التلامس بين المنتجات الكربونية والمنتجات المتطايرة. تهدف الكربنة إلى الحصول على منتج عالي الكربون، من خلال إطلاق الغازات المتطايرة والذرات غير المتجانسة (H، O) ، لكن هيكلها المسامي لا يزال محدوداً للغاية ، مما يتطلب تنشيطاً لتطوير البنية المسامية[5].

**II.4.1.2. التنشيط:**

الغرض من التنشيط هو تحسين البنية المسامية للمادة الماصة مع التخلص من القطران وتحسين الحجم المسامي وتوسيع حجم المسام (السطح المحدد) ، والتي تكون في أصل التفاعلات بين المادة الصلبة والممتازة الجزيئات:

**❖ التنشيط الفيزيائي:**

يهدف التنشيط الفيزيائي إلى إنشاء بنية صغيرة يسهل اختراقها ، وتتم هذه العملية باستخدام عامل مؤكسد غازي عند درجة حرارة (800-1000 درجة مئوية)، العوامل المنشطة المستخدمة بشكل أساسي هي: بخار الماء والهواء وثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) أو خليط من هذه الغازات [5].

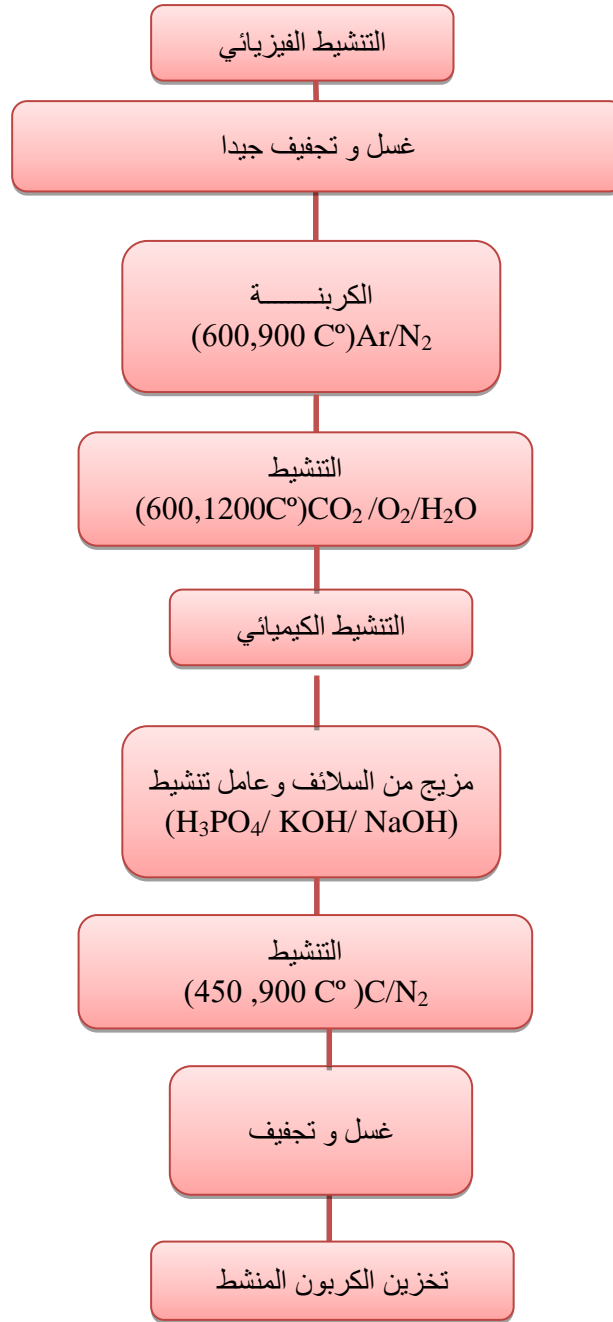
**❖ التنشيط الكيميائي:**

العامل المنشط المستخدم في هذه العمليات هو مادة كيميائية بطبيعتها مثل كلوريد الزنك ، الفوسفوريك أو حمض الكبريتيك ، هيدروكسيد البوتاسيوم .... إلخ.  
يعزز الجفاف ثم إعادة التنظيم الهيكلي في درجات حرارة تتراوح بين (400C° و 800 C°) ، وتكون درجات الحرارة هذه أقل من تلك الناتجة عن العملية الفيزيائية يتوضح في الجدول (1.II) مقارنة بين وضعي التنشيط [5].

**الجدول (1.II): مقارنة بين وضعي التنشيط [5].**

التنشيط الكيميائي	التنشيط الفيزيائي
✓ في خطوة واحدة.	✓ يتطلب خطوتين (الانحلال الحراري + التنشيط).
✓ درجة الحرارة الأساسية (400 إلى C° 800).	✓ درجة حرارة عالية (850 إلى 1100C°)
✓ تكلفة منخفضة للطاقة:	✓ تكلفة كبيرة للطاقة.
✓ أداء أفضل.	✓ عائد منخفض.
✓ يتطلب الكثير من الغسيل.	✓ لا يتطلب الغسيل.

يمثل الشكل (3.II) مراحل تحضير الكربون المنشط:



الشكل (3.II): مراحل تحضير الكربون المنشط[5].

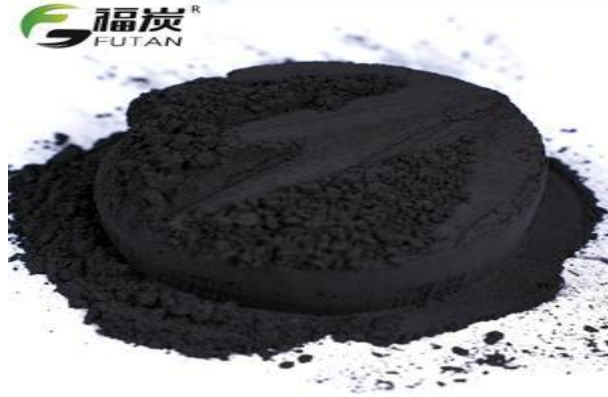
### 5.1.II. أشكال الكربون المنشط:

اعتماداً على تطبيقه يمكن استخدام الكربون المنشط في مسحوق أو حبيبات:

#### ❖ مسحوق الكربون المنشط:

يحتوي الكربون المنشط المسحوق كما في الشكل(4.II) على حجم حبيبات دقيقة جداً ، حجم الجسيمات بين 15 و25 ميكرومتر حركية الامتزاز سريعة جداً نظراً لامتلاكها لسطح خارجي كبير وعمق انتشار منخفض يستخدم هذا النوع من الكربون بشكل أساسي للامتزاز في وضع الدفعات، يتم استخدامه في

المجالات الغذائية والصيدلانية و يتم استخدامه لإزالة لون الزيوت والدهون والسكريات والعديد من السوائل العضوية[4].



الشكل(II.4) : الكربون المنشط المسحوق.[24]

#### ❖ الكربون المنشط في حبيبات:

حبيبات الكربون المنشط الحبيبي كما في الشكل (II.5) عبارة عن جزيئات ذات أشكال غير منتظمة من مجموعة من الأحجام من 2 إلى 5 mm و يستخدم الفحم الحبيبي في تطبيقات المرحلة السائلة والغازية. تكتسب ظاهرة الانتشار داخل المسام أهمية كبيرة في عملية الامتزاز لأن الكربون الحبيبي المنشط له قطر مسام صغير و سطح داخلي كبير و سطح خارجي صغير نسبياً، يمكن تجديد هذا النوع من الفحم لذلك فهي ذات فائدة اقتصادية ومع ذلك فإن امتزاز بعض المنتجات على حبيبات الكربون المنشط بطيء للغاية[4].



الشكل (II.5) : الكربون المنشط الحبيبي[25].

#### ❖ الكربون المنشط على شكل ألياف:

تتراوح أقطار ألياف الكربون المنشط بين 7 و 15 ميكرومتر كما في الشكل (II.6)، يستخدم هذا الكربون بشكل أساسي في تطبيقات الطور الغازي (معالجة الهواء) بسبب انخفاض الضغط المنخفض والقوة الميكانيكية العالية ومحتوى الغبار المنخفض [4].



الشكل (6.II) : ألياف الكربون المنشط [26].

### 6.1.II. عوامل المؤثرة على الكربون المنشط:

#### ❖ معدل تسخين الفرن:

لمعدلات التسخين بشكل عام ، يتم الحصول على عدد قليل من المركبات المتطايرة ويتم الاحتفاظ بالهيكل الأصلي إلى حد معين ويلاحظ العكس مع زيادة معدل التسخين [5].

#### ❖ درجة حرارة الانحلال الحراري النهائية:

يحدد فقدان الكتلة وشكل السطح الخارجي للكربون درجة حرارة الانحلال الحراري النهائية، هناك ثلاث معاملات لتحديد درجة الحرارة النهائية المثالية:

- ✓ كل مادة لها درجة حرارة الانحلال الحراري الخاصة بها لضمان بقاء المحصول ثابتاً.
- ✓ بالنسبة للمواد النباتية خلال الطبقات متعددة الحلقات ، يتم تحديد درجة الحرارة النهائية الدنيا.
- ✓ لكل مادة يُظهر حجم المنتج أقصى درجة مسامية عند درجة حرارة ثابتة [5].

#### ❖ مدة المكوث في الفرن:

يختلف مردود الكربنة باختلاف زمن الانحلال الحراري [5].

### 7.1.II. استخدامات الكربون المنشط:

- ✓ يستخدم الكربون المنشط عادة بعد المعالجة البيولوجية بحيث يعالج المياه العادمة .
- ✓ إزالة الجسيمات العضوية الذائبة المتبقية و المتسببة في تغيرات اللون والطعم و الرائحة للمياه.
- ✓ إزالة المعادن الثقيلة مثل الفضة و الكاديوم و النحاس ... الخ.
- ✓ استخراج الذهب وإنتاج المواد الصيدلانية .
- ✓ استرداد الغاز الناتج من حرق الفضلات.
- ✓ يستخدم في تحضير المبادلات الأيونية.
- ✓ في الأغراض الطبية حيث يمتز الروائح من الجروح و التقرحات [6].



- ✓ لها خصائص معقدات للعديد من أيونات المعادن الانتقالية.
- ✓ باستخدام حمض الإلكتريك وحمض الأسيستيك ، كان من الممكن تكوين أغشية شيتوزان شديدة الضيق حيث لم يلاحظ أي اختلاف في التركيب الكيميائي للكيتوزان من خلال طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) ومع ذلك عند استخدام حمض الفوريك ، يمكن ملاحظة الاختلافات في البنية [10].

#### 4.2.II. تحضير الشيتوزان:

يتضمن إنتاج الشيتوزان عدة أنواع و خطوات مثل تحضير الكيتين من المادة البيولوجية متبوعاً بالسلسلة التي من شأنها أن تؤدي إلى الشيتوزان وبالتالي فإن الإنتاج النموذجي للشيتوزان من قشرة القشريات يتكون عموماً من أربع خطوات أساسية: التنقية ، نزع البروتين ، إزالة اللون ، نزع الاستيل، نزع المعادن ونزع البروتين قابلة للتبديل من حيث النظام، الهيكل الخارجي للقشريات هو مادة إنطلاق رئيسية تستخدم في الإنتاج التجاري للشيتوزان ويرد أدناه مخطط عملية إستخراج الكيتين والشيتوزان من قواقع الجمبري الشكل (4.II) [11].

#### II 4.2. 1. نزع البروتين :

يتم استخلاص البروتينات المرتبطة الكيتين بواسطة محاليل قلوية مخففة مثل NaOH وKOH وبتركيز من 0.1 إلى 0.5 mol/l غالباً ما يستخدم محلول هيدروكسيد الصوديوم لإذابة البروتين ويتضمن هذا الإجراء غليان القشرة في المحلول القلوي مع التحريك لمدة ساعة. يمكن أيضاً أن يتم إنجازه بشكل إنزيمي باستخدام البروتياز لمدة 6 ساعات في 60 C° مع التقليب وفي وسط يجب الحفاظ عليه PH=7 [12].

#### II 2.4.2. التنقية :

يتم إجراء عملية التنقية عن طريق إزالة المواد الغير قابلة لذوبان عن طريق الترشيح ويتم فيها التخلص من المعادن وخاصة كربونات الكالسيوم ومحلول حمض الهيدروكلوريك في درجة حرارة الغرفة، ويمكن إضافة مرحلة علاج أخرى بالإيثانول لإزالة المركبات الدهنية [12].

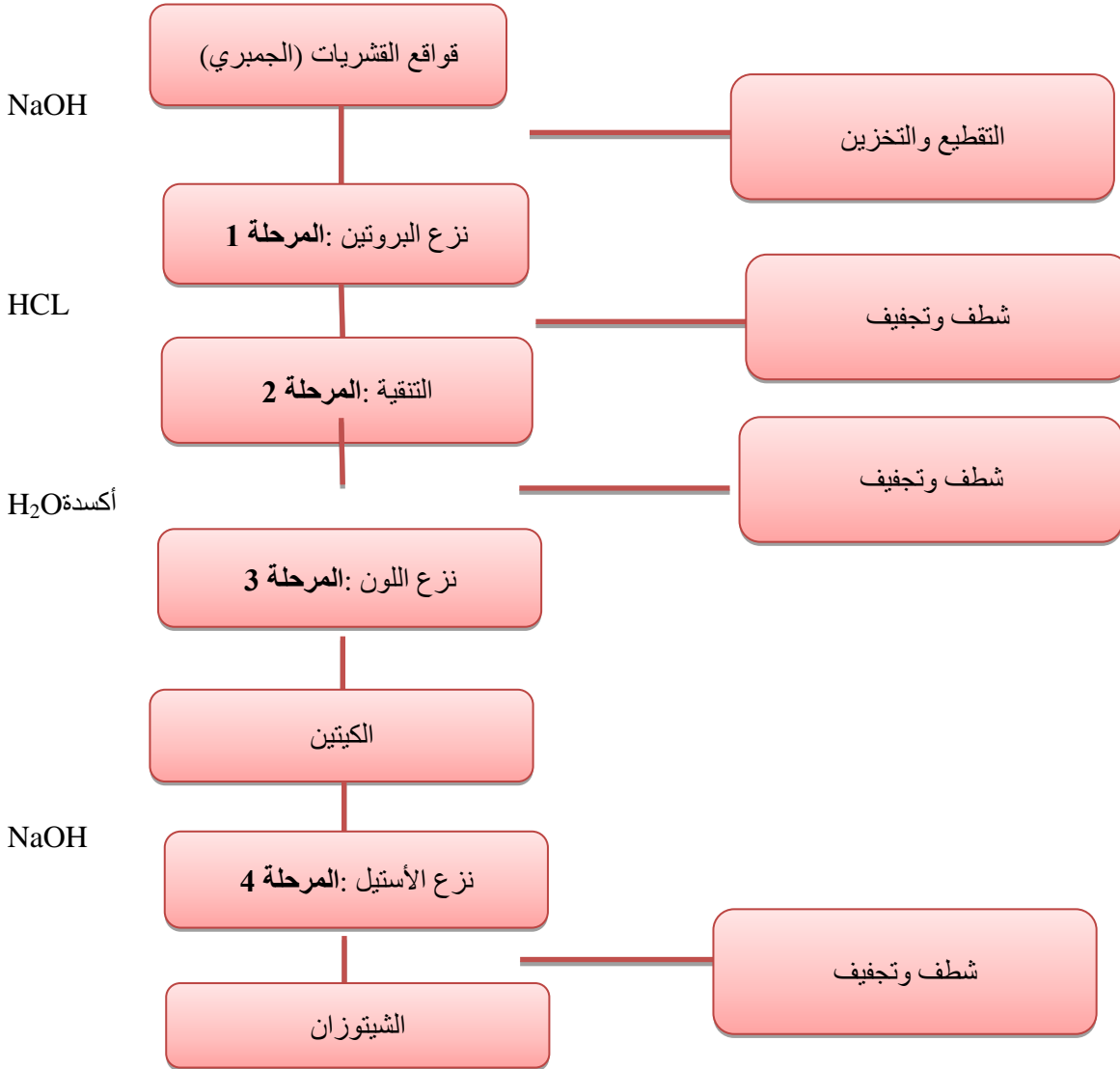
#### II 3.4. 2. نزع اللون :

في نهاية المرحلتين نزع البروتين والتنقية، قد يضل في النتائج لون القشريات بسبب الأصباغ المتبقية. فيتم نزع هذه الأصباغ بواسطة عوامل مؤكسدة منها (NaOCl أو H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> أو KMnO<sub>4</sub>) [12] .

#### II 4.4. 2. نزع الأستيل :

نزع الأستيل هو التحلل المائي لمجموعات الأستيل من الكيتين. يتم إدخال المنتج في مفاعل يحتوي على محلول هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 50%، وتسخينه في درجة حرارة من 145 إلى 150 C° لمدة 5 ساعات إلى 15 دقيقة [13]. ثم يتم ترشيح العينة التي تم الحصول عليها وتجفيفها في فرن الهواء الساخن لمدة 6 ساعات عند 110 C° [12].

يلخص الشكل (8.II) مراحل تحضير الشيتوزان [12].



الشكل (8.II): مراحل تحضير الشيتوزان [12].

### 5.2.II. استخدامات الشيتوزان:

- ✓ حيث يستخدم في الكروماتوغرافيا كمبرادل أيوني والامتزاز أيونات المعادن الثقيلة و يستخدم في إنتاج أقطاب نقطية للمعادن [13].
- ✓ كعامل شفاء في الحروق [14].
- ✓ وهو عامل مناعي لأنه يقوي جهاز المناعة [14].
- ✓ مادة مضافة لتغذية الحيوانات [14].
- ✓ مضاد للبكتيريا والفيروسات [14].

✓ علاجات الجلد والشعر [15].

✓ إنتاج وطلاءات صبغ الشعر [15].

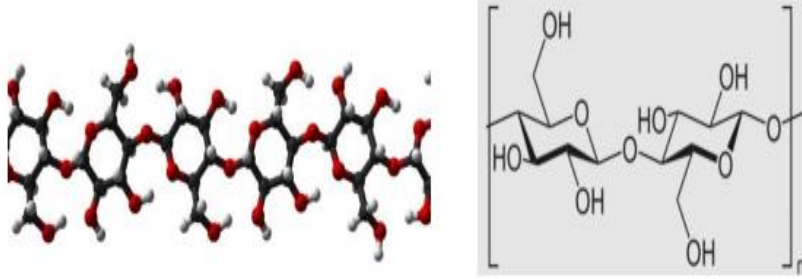
### II.3. السليلوز:

#### II.3.1. تعريف السليلوز :

السليلوز هو المادة العضوية الأكثر وفرة في الطبيعة تعمل على توفير الحماية والدعم للكائنات الحية النباتية التي تتواجد على مستوى الجدار الليفي، كما أن السليلوز كيميائياً مستقر للغاية وبوليمر ليس له طعم، عديم الرائحة، محب للماء و غير قابل للذوبان فيه وفي معظم المذيبات العضوية، حلزوني وقابل للتحلل البيولوجي وهو مادة شديدة البلورية يصعب تذويبها في المذيبات العضوية المشتركة، هذه الخاصية تخدمها كمادة هندسية [16].

#### II.3.2. التركيب الكيميائي للسليلوز :

يوضح الشكل (II.9) التركيب البنائي للسليلوز.



الشكل (II.9): البنية الكيميائية للسليلوز [17].

#### II.3.3. مصادر السليلوز :

تختلف المصادر بين طبيعي و صناعي:

##### ❖ مصدر صناعي :

عادة ما تأتي الاصطناعية من مواد تركيبية مثل البتروكيماوية و لكن بعض أنواع الألياف الاصطناعية يتم تصنيعها من السليلوز الطبيعي، بما في ذلك الحرير الصناعي و الألياف الصناعية المصنوعة من السليلوز المعاد الأكثر تطورا، و الألياف المصنوعة من السليلوز هي نوعين السليلوز المجدد أو النقي [18].

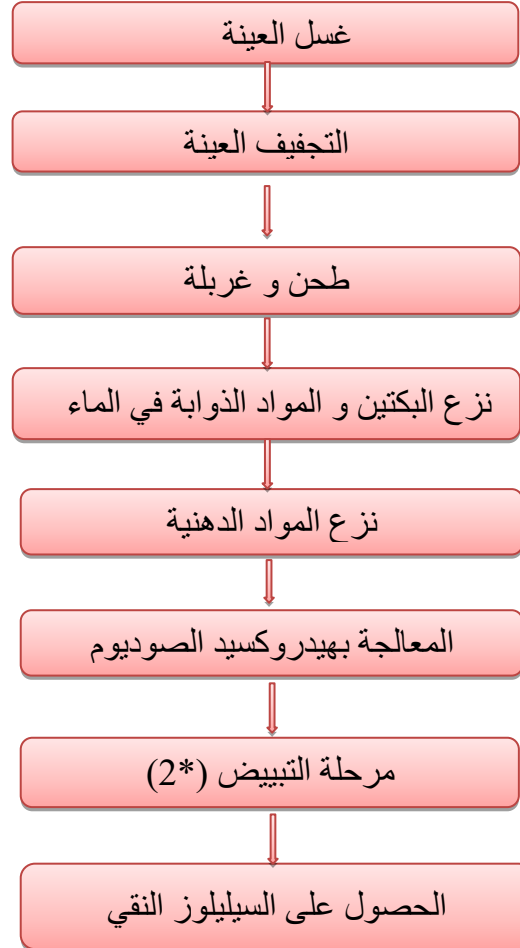
##### ❖ المصدر الطبيعي :

يوجد السليلوز في جدار الخلية النباتية وهو المادة الأساسية في تكوين النبات و يعتبر من المكونات الكيميائية الأكثر وفرة في الأرض حيث يشكل قرابة 33 بالمئة من بنية النباتات وفي النبات كالقطن يمثل

80 بالمئة من بنيته وفي الخشب 50 بالمئة وفي المخلفات الزراعية و أيضا في الورق المستعمل و الاقمشة القطنية[18].

#### II.4.3. تحضير السليلوز:

يوضح الشكل(II.10) مراحل تحضير السليلوز.



الشكل(II.10):مراحل تحضير السليلوز[18].

#### II.5.3. مشتقات السليلوز:

##### ❖ السليلوز البلوري الدقيق :

إن السليلوز البلوري الدقيق الموضح في الشكل (II.11) هو مسحوق أبيض مكرر من السليلوز يصنع من لب الخشب و إن استخدامات السليلوز البلوري الدقيق شائع استخدامه في مستحضرات التجميل كمقشر خال من البلاستيك، بالإضافة إلى ذلك له استخدامات صناعية أخرى مثل تصنيع اللمعان[19].



الشكل (11.II): السليلوز البلوري الدقيق [28].

#### ❖ السيلويد :

إن السيلويد يعتبر أول بلاستيك حراري صناعي ، أصبح متاحا تجاريا في ستينات القرن التاسع عشر بسبب أنه سريع الاشتعال فهو يعتبر خطير جدا [19].

#### ❖ خلات السليلوز :

إن خلات السليلوز تعرف باسم ثلاثي خلات السليلوز و تمت تسميته بشكل أكثر شيوعا باسم الخلات، تم تصنيعه من خلال تفاعل السليلوز مع أنهريد الخل من أجل إنتاج مادة جديدة و هي ” خلات السليلوز ” و إن خلات السليلوز قابلة للتحلل الصناعي و المنزلي لكنها لا تتحلل بشكل بيولوجي في البيئة الطبيعية و هو أيضا يعتبر مادة بلاستيكية حرارية صناعية، تم استخدام خلات السليلوز من أجل صنع فلاتر السجائر و إطارات النظارات ، إن خلات السليلوز تستغرق 12 عاما من أجل التحلل في الظروف البيئية الطبيعية [19].  
توضح الصورة (12.II) خلات السليلوز المشتقة من البلاستيك.



الشكل (12.II): توضح خلات السليلوز المشتقة من البلاستيك [29].

#### ❖ السيلوفان :

تم استخدام السيلوفان كأغلفة للطعام و أصبح شائع مع ظهور تكلفته القليلة و سهولته في التعامل [19].

#### 6.3.II الخواص الفيزيائية و الكيميائية و الحرارية للسيلولوز:

##### 1.6.3.II الخواص الفيزيائية:

السيلولوز عبارة عن مادة بيضاء صلبة قادرة على الوصول إلى درجة حرارة  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  ولا تتحلل، لكن عندما ترتفع درجة الحرارة إلى  $275\text{ }^{\circ}\text{C}$  فعندها تبدأ في الاشتعال، لذلك فهي تصنف من المواد القابلة للاشتعال مما يدل على انتمائها إلى المواد القابلة للاحتراق و إذا فحصنا السيلولوز تحت الميكروسكوب ، يمكننا أن نرى أن تركيبته تتكون من ألياف لا يزيد طولها عن 20 mm و ترتبط ألياف السيلولوز بالعديد من





## المراجع و المصادر :

## المراجع باللغة العربية :

- [1] - قاسم شاكر الفلاحي. (2005). التلوث الصناعي في العراق وسبل معالجته AL-Mostansiriyah journal for arab and international studies, (17).
- [2]- هناء سلمان، هيثم شاهين، غياث عباس & نسرين خلوف. (2017). استخدام الزيوليت الطبيعي في أعمدة الوسط الثابت لإزالة المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصناعي لمصفاة بانياس Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series,, 39(3).
- [3] - عياطي، زبيدي، ميلود، سنوقة & عبد الجبار (2021). إزالة تلوث الماء بإستعمال تقنية الامتزاز على الفحم النشط -دراسة نظرية.
- [5] كمال، عبية، سهيل، نصري، نور الدين، & زين. (2021). Préparation du charbon à partir .des déchets agricoles, application dans le traitement des eaux
- [6]- بن صغير، عريبي، نضال، & ناصر. (2021). اختبار استعمال نبات القصب في معالجة المياه المستعملة (دراسة نظرية).
- [14]- تطبيقات الكيتين والشيتوزان في الصناعة والعلوم الطبية 2015 .
- [15]- تأثير بعض الأحماض العضوية على الخصائص الكيميائية الفيزيائية لأغشية الشيتوزان التي تم الحصول عليها من نفاويات سرطان البحر
- [16]- عبد العالي، لكحل، آسيا، نجار، و داد & ضيات (2020). دراسة الخصائص الحرارية لخليط السليلوز والطين المحلي.
- [17]- ساسي، مبروكة & عبداللطيف. (2021). تحضير البلاستيك الحيوي من السليلوز المستخلص من اجزاء نخيل التمر.
- [18]- العايش، جابو & نور الهدى. (2019). استخلاص السليلوز من المخلفات النباتية الجريد ومخلفات شجيرات البطاطا لتحضير خلات السليلوز.
- [19]- رقيق، مصطفى، قويدري & عبد الله. (2021). تحضير خلات السليلوز من المخلفات الزراعية.
- [20] برتيمه، حكيمه، هر كوس & خضرة. (2018). تحضير البلاستيك الحيوي من السليلوز المستخلص من نخيل التمر.
- [21]- يوسف & بن عمر. (2020). استخلاص وتشخيص السليلوز من بعض المخلفات النباتية: قشور البازلاء والفول السوداني.
- [22]-بوخزة سماح & ورخ كريمة(2021). استخدام النفايات القائمة على السليلوز لإمتزاز المعادن الثقيلة من المحاليل المائية: استعراض مقارنه للإمتزاز ولأليته (2010-2020).

## المراجع الأجنبية :

- [4]-Khoukhi, L. (2015). Etude de l'adsorption de la paranitroaniline sur un charbon activé par voie chimique (Doctoral dissertation).
- [7]- R.K. Majeti N.V, A review of chitin and chitosan applications, *React. Funct. Polym.* 46: 1–27 (2000). [https://doi.org/10.1016/S1381-5148\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S1381-5148(00)00038-9).
- [8] Electrochemical Biosensors based on molecularly imprinted of polysaccharide chitosan : A review.
- [9]- D. Enescu, Use of chitosan in surface modification of textile materials, *Rom. Biotechnol. Lett.* 13: 4037–4048 (2008).
- [10]-B. Qu, Y. Luo, Chitosan-based hydrogel beads: Preparations, modifications and applications in food and agriculture sectors – A review, *Int. J. Biol. Macromol.* 152: 437– 448 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.240>.
- [11]-A. Karrat, A. Lamaoui, A. Amine, J. María, P. Santander, Applications of Chitosan in Molecularly and Ion Imprinted Polymers, *Chem. Africa.* 1–21 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42250-020-00177-w>
- [12]- R. Yang, H. Li, M. Huang, H. Yang, A. Li, A review on chitosan-based flocculants and their applications in water treatment, *Water Res.* 95: 59–89 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.068>.
- [13]- Springer International Publishing Switzerland K.G. Ramawat, J.-M. Me´rillon (eds.), *Polysaccharides 2015*  
<https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D8%B1%D8%A8%D9%88%D9%86> [23]  
[https://ar.binbincarbon.com/coal-powder-activated-carbon-for-wastewater-\[24\]treatment\\_p2.html](https://ar.binbincarbon.com/coal-powder-activated-carbon-for-wastewater-[24]treatment_p2.html)  
[https://ar.binbincarbon.com/coal-based-granular-activated-carbon-for-tap-\[25\]water\\_p9.html](https://ar.binbincarbon.com/coal-based-granular-activated-carbon-for-tap-[25]water_p9.html)
- [26]-[https://sa.made-in-china.com/co\\_zsscott/product\\_Activated-Carbon-Non-Woven-Fiber\\_uosnhruhyy.html](https://sa.made-in-china.com/co_zsscott/product_Activated-Carbon-Non-Woven-Fiber_uosnhruhyy.html)
- [27]<https://www.google.com/search?q=chitosane&tbm=isch&bih=504&biw=1094&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwiwkKDc6Pj3AhXSVfEDHbfVB58QrNwCKAB6BAgBEFQ>
- [28]-<http://arabic.sexualpowder.com/sale-13915488-cellulose-microcrystalline-white-or-off-white-fine-crystalline-powder-pharmaceutical-industry-food-i.html>
- [29]-[https://sa.made-in-china.com/co\\_qishunsteel/product\\_Factory-Price-Material-Cellulose-Acetate-Ca\\_housgyyou.html](https://sa.made-in-china.com/co_qishunsteel/product_Factory-Price-Material-Cellulose-Acetate-Ca_housgyyou.html)



الفصل الثالث

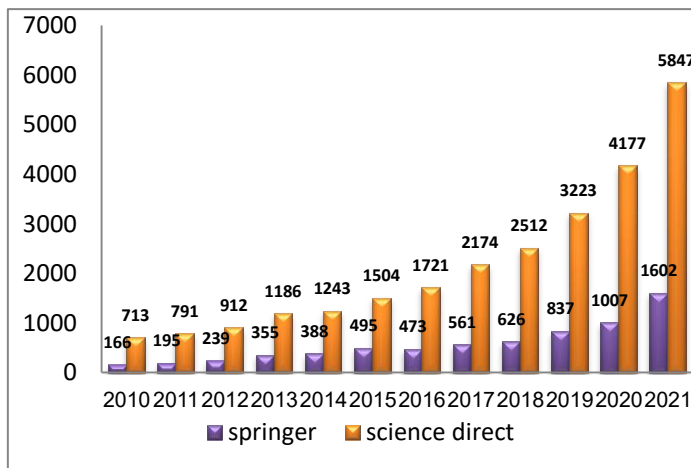
والدراسات السابقة

## مقدمة :

يعد الماء مكونًا مهمًا وأساسيًا لهذا الكون ويلعب دورًا حيويًا في الأداء السليم للأنظمة البيئية للأرض وعلى الرغم من ذلك ، فإن مياه الشرب الآمنة غير متوفرة في بعض أنحاء العالم تتدهور جودة الموارد المائية بشكل كبير بسبب تلوثها كل من المصادر الثابتة وغير الثابتة تلوث مواردنا المائية نتيجة للنمو السكاني الهائل والتصنيع الحديث والحضارة والأنشطة المنزلية والزراعية والتغيرات الجيولوجية والبيئية والعالمية الأخرى، في الوقت الحاضر يعد تلوث المياه مشكلة خطيرة لأنه يؤثر على حياتنا ومن المتوقع أن يزداد سوءًا خلال العقود القادمة، تم الإبلاغ عن أكثر من سبعمائة ملوث عضوي وغير عضوي في الماء جنبًا إلى جنب مع التجمعات الميكروبية من بين هذه الملوثات ، بعض الملوثات العضوية وغير العضوية خطرة بسبب طبيعتها عالية السمية والمسرطنة ، فإن معالجة المياه وإعادة تدوير المياه الملوثة والصرف الصحي هي أفضل الطرق للحصول على مياه آمنة لأنشطتنا الروتينية [1] إضافة إلى وجوب تكثيف الدراسات حول تطوير التقنيات ومصادر معالجة المياه ومن بين مصادرها المتاحة (الكربون المنشط، الشيتوزان والسيليلوز) التي أصبحت تحتل مكانة متقدمة في الأسواق التجارية بسبب خصائصها الفريدة خاصة كونها من مصادر مستدامة .

يعتبر النجاح والاستمرار في استخدام المصادر المتاحة (الكربون المنشط و الشيتوزان والسيليلوز) نتيجة مباشرة لتفرد وتعدد استخداماتها حيث جذبت هذه المواد الفريدة والمتعددة الاستخدامات، بشكل طبيعي انتباه مجموعة واسعة من الباحثين من مهندسي المياه، والمجموعات البيئية، ومهندسي التصميم، والكيميائيين، والفيزيائيين وعلماء الرياضيات، ومصممي الكمبيوتر.

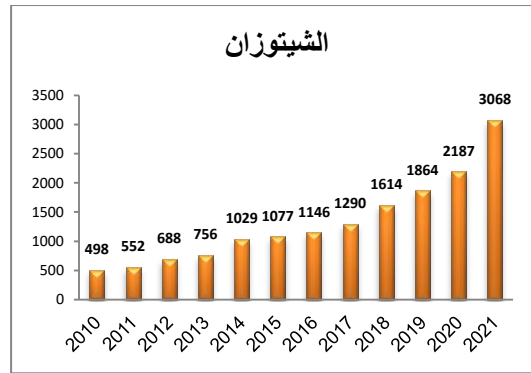
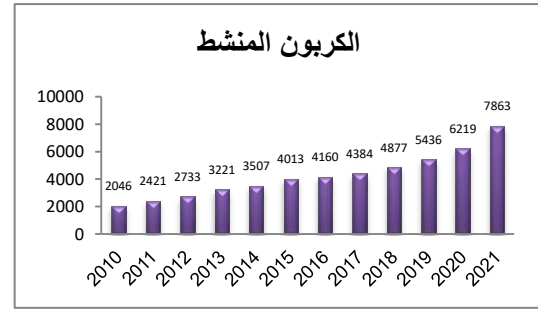
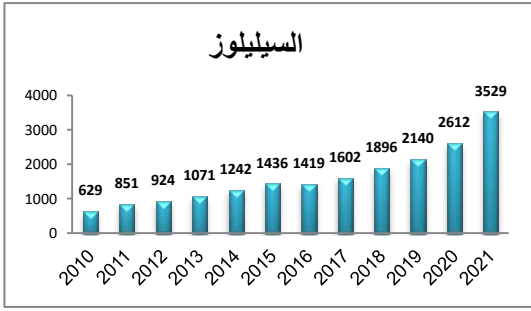
نستعرض في هذا الفصل معالجة المياه المستعملة الصناعية بواسطة أهم المصادر المتاحة



(الكربون المنشط و الشيتوزان و السيليلوز).

الشكل ( III. 1): إحصائيات الدراسات السابقة حول معالجة المياه حسب قاعدة البيانات

" Springer و Science Direct "



الشكل (III . 2): إحصائيات الدراسات السابقة لقاعدة البيانات "springer"

### III. الدراسات السابقة:

#### III.1 الفحم النشط:

##### III.1.1 الدراسة الاولى :

Phan, N. H. and all ..... من طرف الباحثين

والذي جاء بعنوان :

Production of fibrous activated carbons from natural cellulose (jute, coconut) fibers for water treatment applications.

تم تحضير أنواع مختلفة من الكربون المنشط الليفي من السلانف الطبيعية عن طريق التنشيط الفيزيائي والكيميائي. يتكون التنشيط الفيزيائي من المعالجة الحرارية للألياف الخام عند 950 C في جو حامل تليها خطوة تنشيط مع ثاني أكسيد الكربون عند نفس درجة الحرارة. في التنشيط الكيميائي، و تم تشريب الألياف الخام في محلول حمض الفوسفوريك و تسخينها عند 900 C في جو حامل. مع تحديد خصائص الكربون المنشط الليفي بالشروط التالية: التحليل الأولي، وخصائص المسام، ومراقبة SEM للسطح المسامي، وكيمياء السطح. حيث كان الهدف من هذه الدراسة هو إعادة استخدام المخلفات في

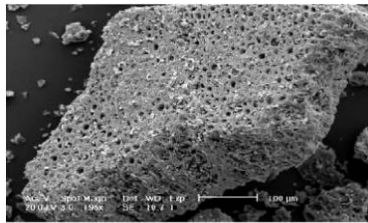
معالجة مياه الصرف الصناعي ، تم اختبار خصائص امتزاز الكربون المنشط تجاه الملوثات التي تمثل المخلفات الصناعية السائلة: الفينول ، الصبغة الحمضية الحمراء 27 وأيونات النحاس. يبدو أن التنشيط الكيميائي بحمض الفوسفوريك أنسب عملية لإنتاج الكربون المنشط اللينفي من ألياف السليلوز. تؤدي هذه الطريقة إلى مسامية مثيرة للاهتمام (SBET تصل إلى  $1500 \text{ m}^2/\text{g}$ ) ، والتي تتيح قدرة امتزاز عالية للملوثات الدقيقة مثل الفينول (تصل إلى  $181 \text{ mg/g}$ ). علاوة على ذلك ، فإنه ينتج العديد من المجموعات السطحية الحمضية ، والتي تشارك في آليات امتزاز الأصباغ والأيونات المعدنية[2].

### III. 1. 2. الدراسة الثانية :

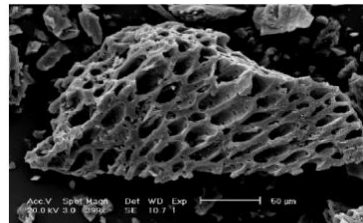
بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Hazourli, S., Ziati, M and all ..... والذي جاء بعنوان: Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif-exemple des noyaux de dattes-

تهدف هذه الدراسة إلى تثمين بقايا مادة الليجنو السليلوزية الطبيعية في الكربون المنشط المحضر من نفايات النباتات "نوى التمر" من جنوب الجزائر. لمعالجة المياه واستعادة المخلفات الصناعية بتحضير المواد الخام للتصنيع تستهدف ثلاثة أنواع من الفحم الأول يتم تفحيم الفحم عند  $600 \text{ C}^\circ$  ، والاثنتان الأخران معالجان كيميائياً مسبقاً ، أحدهما بحمض النيتريك عند 10% يليه الكربنة عند  $600 \text{ C}^\circ$  والآخر بحمض الفوسفوريك يليه الكربنة عند  $600 \text{ C}^\circ$  [3].

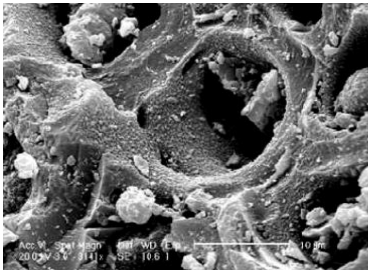
يوضح الشكل (3.III) دراسة الفحم عن طريق المسح المجهر الإلكتروني



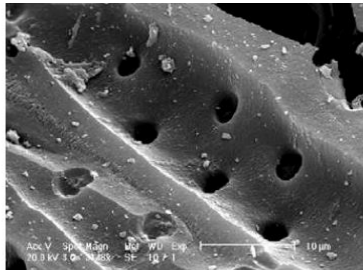
CAP1 sur  $100 \mu\text{m}$  196X



CAP1 SUR  $50 \mu\text{m}$  399X



CAP2  $10 \mu\text{m}$  3148X



CAP2 sur  $10 \mu\text{m}$  3141X

الشكل(3.III) : دراسة الفحم عن طريق المسح المجهر الإلكتروني [3].

**III.1.3. الدراسة الثالثة :**

Bamba, D. Dongui B. and all ..... بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين والذي جاء بعنوان :

Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution d'une eau contaminée au diuron.

الهدف من هذه الدراسة هو تعزيز الموارد الطبيعية بهدف إنتاج الكربون المنشط من قشور جوز الهند بطرقتي التنشيط (الفيزيائية و الكيميائية ) و دراسة قدرته على التخلص من الديرون موجودة بالمياه ، فتم تنشيط الكربون محضرة من قشور جوز الهند حسب وضعي التنشيط (الفيزيائي و الكيميائي). طورت هذه المواد مسامية جيدة (خليطاً من المسامات المتوسطة و الصغيرة). ليتم الحصول على الأسطح المحددة التي تتراوح بين  $200\text{mg/m}^2$  و  $1300\text{mg/m}^2$ . أثبتت الدراسات الحركية من الديرون أن هذه الكربونات لها صلة جيدة بهذا الملوث. يقدم الكربون المنشط فيزيائياً انتشاراً أفضل مقارنة بتلك التي تم الحصول عليها بواسطة طريقة كيميائية.. [4].

**III.1.4. الدراسة الرابعة :**

Odubiyi, O. and all.... بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين والذي جاء بعنوان:

Wastewater treatment with activated charcoal produced from cocoa pod husk.

تهدف دراسة إلى فحص امتزاز المعادن الثقيلة (الرصاص والنحاس) من مياه الصرف . تم تحضير الكربون المنشط من قشور كبسولات الكاوكاو و تفحيمها عند درجة حرارة  $500\text{C}^\circ$  وتشريبه بـ  $1\text{ M}$  من HCL عند درجة حرارة  $700\text{C}^\circ$  في فرن خامد لمدة ساعتين. تم اختبار المنتج الناتج لامتزاز المعادن الثقيلة في المياه الصرف عند تغيير درجة الحموضة ووقت التلامس.

تم حساب وتسجيل سعة الامتزاز ونسبة إزالة المعادن في مختلف المتغيرات في الدراسة ؛ بينما حقق التفاعل توازناً في زمن التلامس لمدة ساعتين. كانت كفاءة إزالة الرصاص القصوى  $78\%$  عند  $\text{pH}=5.5$  واستغرق وقت تلامس لمدة  $1.9$  ساعة وكان الحد الأقصى لإزالة النحاس من النفايات السائلة  $97\%$  عند  $\text{pH}=5.6$  واستغرق وقت التلامس مدة ساعتين [5].

**III.5.1. الدراسة الخامسة :**

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Tomkouani Kodom et all..... والذي جاء بعنوان:

Traitement d'une eau naturelle polluée par adsorption sur du charbon actif (CAK) préparé à partir de tourteaux de karité.

كان الهدف من الدراسة استخدام الكربون المنشط (CAK) المحضر من كعكة الشيا لامتزاز الملوثات العضوية و غير العضوية من المياه الطبيعية في(بحيرة باي لاغون). حيث يحتوي الكربون المنشط CAK على الخصائص التالية: سطح يبلغ  $1148 \text{m}^2/\text{g}$  BET وحجم مسام يبلغ  $0.607 \text{cm}^3/\text{g}$  فانه يحتوي أساسي على حجم المسام صغيرة أكثر من 70٪ من إجمالي حجم المسام؛ مما جعل ذلك ممكنا لتحديد أوقات التلامس 10 ساعات مثالية للمواد العضوية وحدها و 15 ساعة لـ الملوثات العضوية و/ أو الغير العضوية أجريت دراسة منهجية لتقييم تأثير كتلة الكربون المنشط على قدرته على الامتزاز من الملوثات العضوية والغير العضوية.

اتفق نموذجا متساوي الحرارة Langmuir و Freundlich مع البيانات التجريبية ، وكانت أقصى سعة امتزاز تم الحصول عليها باستخدام نموذج isotherm Langmuir هي  $12.66 \text{mg/g}$  لجميع الملوثات العضوية و غير العضوية و  $11.24 \text{mg/g}$  للملوثات العضوية فقط [6].

**III.6.1. الدراسة السادسة :**

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من قبل الباحث عادل خيواني والذي جاء بعنوان :

توزيع ومعالجة أيونات الفلوريد في مياه الشرب للمدن الجزائرية(باتنة ، بسكرة ، الوادي).

تبين أن سكان مناطق الجنوب الجزائري في عرضة دائمة إلى مرض فلوروز الأسنان و كذلك فلوروز العظام و أن المسؤول الأساسي على تلك الأمراض هو كمية الفلوريد الموجودة في المياه قبل تلك الموجودة في الشاي والتمر وتعد مشكلة ارتفاع الفلوريد في المياه مشكلة عالمية ، كما تعتبر الجزائر من الدول التي تعاني من انتشار مرض الفلوروز في مناطق الجنوب وعلى ضوء هذه المعطيات قام بدراسة توزيع تركيز أيونات الفلوريد في مياه الشرب لبعض المناطق في الجزائر من ضمنها ولاية الوادي المتميزة بتنوع مصادر مياهها . ولأن تراكيز شوارد الفلوريد تفوق التركيز المسموح به، فقد تم إجراء عدة تحاليل للعينات و تم التركيز على شاردة الفلوريد في مياه ولاية الوادي ؛ لاحتوائها على تركيز زائد من شوارد الفلوريد أكثر من  $(1.5 \text{mg/l})$  ؛ فلاحظ هذا الأخير انتشار مرض الفلوروز ، ولتخفيض تركيز شوارد الفلوريد بعد تحديد تراكيزه مع بعض العناصر الأخرى قام بمعالجة المياه من التلوث بفلوريد بطريقة الامتزاز بواسطة الكربون المنشط المحضر من عظام الإبل وهذا بدراسة تغير نسبة نزع الفلوريد بدلالة تركيزه الابتدائي ، فكان المردود بالنسبة للمعالجة بكربون المنشط المحضر من عظام

الإبل الشكل (4.III) يتراوح ما بين "19.5% – 30.5%" كما وجد أن كمية التركيز المثالي للكربون المنشط هي (1 g/L) كما أن زمن التركيز المثالي بالنسبة للمعالجة بكاربون المنشط المحضر من عظام الإبل كان أكبر من 75 دقيقة ، أما عن سرعة الدوران فكانت في حدود 300 دورة في الدقيقة وهي السرعة المثلى و أما عن قيمة pH المثالية للمعالجة فهي في حدود pH=7 [7].



الشكل (4.III): عظام الإبل قبل وبعد التنشيط [7].

### 7.1.III. الدراسة السابعة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Pedroza, M. M., Neves, and all ب ..... والذي جاء عنوان:

Activated charcoal production from tree pruning in the Amazon region of Brazil for the treatment of gray water.

الهدف من هذه الدراسة هو الحصول على الفحم المنشط من خلال التدهور الحراري لتقليم الأشجار والتحقق من قدرته على إزالة الملوثات الموجودة في المياه الرمادية، فتم استخدام الفحم الذي تم الحصول عليه أثناء العملية في عمود ترشيح المياه الرمادية واختبار امتزاز الصبغة. في هذا التحقيق تم اقتراح معالجة المياه الرمادية من خلال الخطوات التسلسلية التالية: (أ) التخثر / التلبد ، (ب) الترويق ، (ج) الترشيح الرملي و (د) عمود ترشيح الفحم. كان أقصى إنتاج للفحم 60.10% و تم الحصول عليه عند 360 درجة مئوية ومعدل تسخين 30 درجة مئوية / دقيقة. كان تلميع المياه الرمادية باستخدام الفحم المتحصل عليه من عملية الانحلال الحراري لتقليم الأشجار الشكل (5.III) فعالاً في إزالة المتغيرات التحليلية المدروسة. بالنسبة للتعكر ، COD ، المواد الصلبة الكلية ومعلمات الكلور المتبقي ، فكانت قيم الإزالة على التوالي 99 ، 98 ، 71 و 100%. كان الفحم من عمود الترشيح مسؤولاً عن إزالة المواد العضوية للمياه الرمادية [8].



الشكل (5.III): خشب الاشجار قبل وبعد التنشيط [9].

### 8.1.III. الدراسة الثامنة:

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف: Ajala L. O. and all ..... والذي جاء بعنوان:

Potential of groundnut shell-based activated charcoal for laboratory water treatment.

كان الهدف من هذه الدراسة هو استغلال النفايات الزراعية (قشور الفول السوداني) لتحضير الفحم المنشط باستخدام كلوريد الزنك كعامل تنشيط كيميائي. عن طريق فحص الامتزاز الحيوي للملوثات مع الممتزات في مياه المختبر باستعمال الطرق القياسية بهدف التأكد من فعالية تنقية الممتزات. تشير الخواص الفيزيائية والكيميائية لماء مختبر المعالج بامتاز الاختبار والفحم المنشط التجاري بشكل عام إلى انخفاض معنوي ( $P < 0.05$ ) في الخواص التي تم فحصها في الماء المعالج بالامتاز عند مقارنته بالمياه غير المعالجة. باستثناء المعادن القلوية في عينات المياه المعالجة وغير المعالجة بأكملها، بقيم أعلى قليلاً من الحد المسموح به، فإن المعلمات الأخرى التي تم فحصها في المياه المعالجة بالمنتج تدرج ضمن المعايير التي وضعتها الهيئات التنظيمية. بشكل عام، فكانت مادة الامتزاز الاختبارية أكثر فاعلية من الفحم المنشط التجاري في امتزاز الملوثات في مياه المختبر. أظهرت هذه الدراسة أن الفحم المنشط المعتمد على قشور الفول السوداني يمكن استخدامه كمتماز بديل منخفض التكلفة لتطهير مياه المختبر [10].

### 9.1.III. الدراسة التاسعة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين ..... Dr ، Malik, M.Paul, A .and all والذي جاء بعنوان:

Water Treatment using Chemically Activated Charcoal.

كان الهدف من الدراسة هو تنظيف المياه الرمادية التي تمثل حوالي 65% من إجمالي مياه الصرف الصحي من المنازل، باستخدام مسحوق الفحم المنشط المحضر من قشر جوز الهند الصورة (III 6) من خلال تنشيط المادة كيميائياً، باستخدام الكربون المنشط القائم على الغلاف لإزالة الألوان لثلاث

لعينات من المحلول: برمغنات البوتاسيوم (بنفسجي) وثاني كرومات البوتاسيوم (برتقالي) وكبريتات النحاس (أزرق) وكذلك معالجة ماء العفن. تم حساب التغيير في الحالة الطبيعية للعينات المذكورة قبل وبعد العلاج بالفحم المنشط باستخدام بيانات الامتزاز القسوى قبل العلاج كمعيار و معالجة المياه الملوثة بالفحم النشط وتم مقارنة الخواص الفيزيائية والكيميائية قبل وبعد المعالجة [11].



الشكل (6.III): جوز الهند قبل وبعد التنشيط [12].

### 10.1.III. الدراسة العاشرة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين N. A .Mirgane, et all..... والذي جاء بعنوان :

Adsorption of methylene blue dye over activated charcoal from the fruit peel of plant *Hydnocarpus pentandra*.

كان الهدف من الدراسة هو إيجاد حل لمعالجة النفايات السائلة الصناعية قبل تصريفها إلى المسطحات المائية الأخرى، باستعمال الكربون المنشط من قشر فاكهة نبات *Hydnocarpus pentandra* لامتزاز صبغة الميثيلين الأزرق. أظهرت النتائج قدرة مثالية لامتزاز الفحم المنشط بالنسبة تتراوح بين (90-95%) لصبغة الميثيلين الأزرق ومن خلال هذه التجربة تم تطوير طريقة بسيطة بواسطة قشرة الفاكهة الشكل ( III 7)، فكانت اقتصادية من حيث تكلفة منخفضة وسهلة التحضير ولها كفاءة جيدة ويمكن استخدامها لامتزاز مختلف الأصباغ [13].



الشكل ( III.7 ) : *Hydnocarpus pentandra* [14].

### III.2 الشيتوزان:

#### III.1.2. الدراسة الاولى :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Fabris, R., Chow, C. and all..... والذي جاء بعنوان :

#### Evaluation of chitosan as a natural coagulant for drinking water treatment.

الهدف من هذه الدراسة هو تقديم الشيتوزان لقدرة استخدامه كمخثر طبيعي لمعالجة مياه الشرب للاستخدام المنزلي أو بالاشتراك مع معالجة المياه الأخرى والتبادل الأيوني وتقنيات الكربون المنشط. وجد أن الشيتوزان فعال للغاية في إزالة الجسيمات بكميات أقل بكثير من تلك المطلوبة لإزالة العكارة المكافئة بواسطة مادة التخثر غير العضوية. ومع ذلك في مصادر المياه التي تم اختيارها، لم يكن الشيتوزان المحدد فعالاً لإزالة الكربون العضوي (DOC) عند استخدامه كخطوة معالجة واحدة. أما عند تطبيقه كمرحلة تصفية نهائية لعملية معالجة متعددة الخطوات، فقد ثبت أن الشيتوزان يقلل من التعكر المحدود بسبب متطلبات الإطباق الخاصة. لم يتمكن هذا المزيج من تقنيات المعالجة أيضاً من تقليل معايير جودة المياه الثانوية، مثل الطلب على المطهرات وتكوين ثلاثي الميثان (THM). يتمتع الشيتوزان بالعديد من المزايا لتطبيقه على المياه المعالجة مثل التوافر كمصدر طبيعي [15].

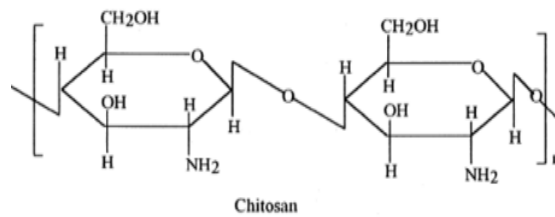
## III.2.2. الدراسة الثانية :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين..... Madhu, G and all  
والذي جاء بعنوان :

Removal of heavy metals from waste water using chitosan.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تصنيع الشيتوزان من الجمبري مع أصداف متوفرة في سريلانكا. أظهرت مطيافية فورييه لتحويل الأشعة تحت الحمراء FTIR للشيتوزان جميع خصائص طاقات الرابطة لعينة الشيتوزان القياسية.

وفقا للنتائج لوحظ الامتزاز الأمثل  $Cr^{+6}$  في محلول من مسحوق الشيتوزان  $150 \mu m$  عند  $50C^{\circ}$  الحرارة. حجم الجسيمات الشيتوزان ودرجة حرارة التفاعل ودرجة الحموضة في المحلول بشدة على امتزاز الكروم. وفقا للدراسة يمكن أن يكون الشيتوزان مرشحاً جيداً لإزالة المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي. قد يقدم الشيتوزان بديلاً للمخثرات التقليدية في معالجة مياه الصرف الصحي. الخصائص الفريدة للشيتوزان بالإضافة إلى توفره تجعل الشيتوزان عاملاً مثيراً واعد لامتزاز المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي [16].



الشكل ( III . 8 ) : هيكل الشيتوزان [16].

## III.3.2. الدراسة الثالثة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين..... Linda Peters and all  
والذي جاء بعنوان :

Chitosan : A review of sources and preparation methods.

الهدف من هذه الدراسة هو اكتشاف مصادر مختلفة من الكيتين وطرق إنتاج الشيتوزان، أولاً يناقش مصادر مختلفة من الكيتين للإنتاج على نطاق صناعي ، مع بعض الاعتبارات نظراً لآثارها البيئية وإمكانية تسويقها. يعتمد تحضير الشيتوزان على - الطرق الكيميائية والبيولوجية التي تستخدم منتجات سرطان البحر الثانوية كمادة وسيطة مصدر.

جراد البحر سيفالوثوراكس يمكن أن يكون مصدرًا مثاليًا لإعداد الشيتوزان على نطاق صناعي والطرق الكيميائية تنطوي على معالجة أبسط بشكل عام ، بينما إنتاج الشيتوزان بنشاطات حيوية أقوى بسبب انخفاض الوزن الجزيئي و درجة أعلى من نزع الأسيتيل (DD) التي حققتها المنتجات، علاوة على ذلك ، بسبب طرق البيولوجية لأساليب التي تستلزم حتما المزيد من المعالجة الكيميائية ، وهو نهج ينطوي على البعض الطرق ، تعتبر الطرق الكيميائية غير التقليدية استراتيجية أكثر ملاءمة لإنتاج الشيتوزان على نطاق صناعي [17].

### III.4.2. الدراسة الرابعة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Huq،Abul, A. Samad. S and all .... والذي جاء بعنوان :

Textile dye removal from wastewater effluents using chitosan-ZnO Nano composite.

الهدف من هذه الدراسة هو استخدام المركب النانوي أكسيد الزنك الشيتوزان كمكون ممتاز لإزالة العينات التي تحتوي على صبغتين تفاعليتين: الأسود التفاعلي HN والأرجواني التفاعلي HB من النفايات السائلة لصناعة النسيج. تتطلب المخلفات السائلة في صناعة صباغة النسيج تقنيات معالجة متقدمة مثل الامتزاز لإزالة الاصباغ درجة حرارة التحميل المركب ، وقت التلامس والعاكزة. وجد أن المركب يظهر كفاءة في إزالة الصباغ حوالي % 95-99. أجريت دراسات الامتزاز بالجملة لإزالة اللون من النفايات السائلة لصناعة صباغة النسيج باستخدام مركب جزيئات النانوية من أكسيد الشيتوزان والزنك.

أظهرت النتائج أن امتزاز اللون يزداد مع زيادة كتلة المركب ، تم العثور على الكتلة المثلى لإزالة الصبغة من مياه الصرف الصحي حيث وجد أنه باستخدام 2 mg من المركب لكل 1 L من النفايات السائلة عند درجة الحرارة المحيطة (50c°) و 60 دقيقة من وقت التلامس ، قد يكون من الممكن إزالة % 99 من اللون الأصلي للنفايات السائلة.[18]

### III.5.2. الدراسة الخامسة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Barbusinski, K. and all ..... والذي جاء بعنوان :

The use of chitosan for removing selected pollutants from water and wastewater–Short review

كان الهدف من هذه الدراسة هو استخدام الشيتوزان وتعديلاته لإزالة الملوثات المختارة من المياه ومياه الصرف الصحي على وجه الخصوص والتي توجد في الغالب في الهياكل الخارجية لأصداف

الجمبري وسرطان البحر، فيتم عرض إمكانية استخدام الشيتوزان كمخثر ومندب في تقنيات المياه والصرف الصحي.

يمكن استنتاج أن الشيتوزان مادة ماصة واعدة جداً لإزالة مجموعة واسعة من الملوثات من المحاليل المائية. كما يوفر اتجاهات لمزيد من البحث من أجل اكتساب معرفة أفضل بالتطبيقات العملية وإزالة مجموعة واسعة من الملوثات من المياه، كما يمكن للشيتوزان أن يزيل أيونات المعادن والأصبغ والأيونات بشكل فعال، يمكن استخدام الشيتوزان كمخثر أو عامل تندف في تقنيات المياه والصرف الصحي.

إنها ليست مادة ماصة فعالة فحسب بل لها أيضاً مزايا إضافية: فهي غير مكلفة وغير سامة ومتوافقة حيويًا. الجانب الاقتصادي مهم للغاية لأنه يمكن تسبب في انخفاض كبيراً في التطبيق الفني. من وجهة النظر هذه، يحتوي الشيتوزان على الكثير من الموارد الطبيعية الخام؛ الإنتاج من المواد القائمة على الشيتوزان [19].

### III.6.2. الدراسة السادسة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Nechita, P and all .... والذي بعنوان :

#### Applications of chitosan in wastewater treatment.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تأثير الشيتوزان ومركباته على الامتزاز البيولوجي للملوثات من مياه الصرف الصحي مثل المعادن الثقيلة، أيونات، مبيدات الآفات الكلورية العضوية، المواد الصلبة العالقة، التعكر، المواد العضوية المؤكسدة العضوية و الشوائب الدهنية والزيتية أو الأصباغ لمياه الصرف الصحي النسيجية.

بالإضافة، فإن قدرة الامتزاز الشيتوزان تزداد عن طريق التعديلات الكيميائية والتي أدت إلى تكوين مشتقات وتلقيح مركبات الشيتوزان و قد حظيت باهتمام كبير، حيث تمت دراستها على نطاق واسع ونشرها على نطاق واسع في الأدبيات.

تعرض هذه الدراسة البحثية المتعلقة بتطبيق الشيتوزان في معالجة مياه الصرف الصحي وكذلك النتائج الأولية لتعديله الكيميائي للحصول على مركبات الزيوليت والشيتوزان واستخدامها في امتزاز الملوثات العضوية من مياه الصرف الصناعي.

أعطى اهتماما للعديد من الباحثين بسبب قدرتها العالية على الاحتفاظ بالملوثات المختلفة من مياه الصرف الصحي، فإن إمكانية استخدام الشيتوزان كبوليمر حيوي لملوثات مياه الصرف الصحي قوية. ومع ذلك، فإن العيب الرئيسي الذي يحد من استخدام المستوى الصناعي للكيتوزان هو انخفاض قابليته للدوبان في الوسط المائي [20].

**III.7.2. الدراسة السابعة :**

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Pakdel, P. M., and all... والذي جاء بعنوان :

Review on recent progress in chitosan-based hydrogels for wastewater treatment application.

الهدف من هذه الدراسة هو تقديم نظرة عامة على تطبيق الهلاميات المائية القائمة على الشيتوزان لمعالجة مياه الصرف الصحي وتساعد الباحثين على فهم أفضل إمكانات هذه مزايا في معالجة مياه الصرف الصحي .

اكتسبت هيدروجين الشيتوزان اهتمامًا خاصًا في مجال معالجة مياه الصرف الصحي نظرًا لخصائصها الممتازة مثل قدرة العالية على الامتزاز والتنقل السريع وإعادة الاستخدام. إلى جانب هذه الخصائص تعاني الهلاميات المائية للشيتوزان من ثبات منخفض وخصائص ميكانيكية رديئة.

حيث تلعب طريقة تحضير هذه الهلاميات المائية دورًا مهمًا في حل هذه المشكلات في مجال الهلاميات المائية القائمة على الشيتوزان لمعالجة مياه الصرف الصحي والتي تصنف تصنيف الهلاميات المائية القائمة على الشيتوزان بناءً على طريقة التحضير.

يمكن أن تقدم المقالات التي تمت مراجعتها في هذه الدراسة أفكار مبتكرة في مجال الشيتوزان القائم على الهيدروجين لمعالجة مياه الصرف الصحي [21].

**III.8.2. الدراسة الثامنة :**

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين N.M.S.Sardon and all..... والذي جاء بعنوان :

Chitosan extracted from mud crab (Scylla olivacea) shells physicochemical and antioxidant properties.

الهدف من هذه الدراسة هو تقديم تقرير نتائج الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومضادات الأكسدة للكيتوزان المستخرج من سرطان الطين (S. olivacea) بالإضافة إلى المقارنة مع الشيتوزان التجاري. كان الناتج من الشيتوزان المستخلص  $44.57 \pm 3.44\%$  ، محتوى الرطوبة والرماد  $9.48 \pm 0.59\%$  و  $5.97 \pm 0.90\%$  على التوالي ، والشيتوزان التجاري أظهر درجة أعلى من نزع الأسيتيل ( $58.42 \pm 2.67\%$ ) ، ماء ( $250 \pm 9.90\%$ ) ودهون ( $329 \pm 7.07\%$ ) قدرة الربط ، الذوبان ( $73.85\%$ ) ، اللزوجة ( $463.25 \pm 13.10\%$ ) وقيمة البياض ( $77.8 \pm 0.47$ ) مقارنة بالشيتوزان المستخلص فقط  $53.42 \pm 0.88\%$  ،  $180 \pm 0.00\%$  ،  $260 \pm 0.00\%$  ،  $53.38\%$  ،  $383.9 \pm 28.43\%$  و  $62.1 \pm 7.52\%$  على التوالي.

بنية كما تم فحص الشيتوزان المستخرج والمتاجر استخدم مطيافية فورييه لتحويل الأشعة تحت الحمراء (FTIR). [22].

### III.2.9. الدراسة التاسعة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Anny Leudjo Taka and all.... والذي جاء بعنوان :

Chitosan nanocomposites for water treatment by fixed-bed continuous flow column adsorption: a review.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على إمكانيات تصميم واستخدام المواد المركبة النانوية القائمة على الشيتوزان للتخلص الناجح والفعال من حيث التكلفة من ملوثات مياه الصرف (العضوية وغير العضوية) عبر تقنية امتزاز عمود التدفق المستمر لطبقة الثابتة.

هذه المركبات النانوية القائمة على الشيتوزان الناتجة عن تعديلات الشيتوزان في الوقت الحاضر ، تسعى للوصول إلى مصادر المياه النظيفة في جميع أنحاء العالم وخاصة في جنوب إفريقيا غير كافٍ بسبب تلوثها من الملوثات العضوية وغير العضوية والكائنات الحية الدقيقة.

تم استخدام مجموعة من تقنيات معالجة المياه التقليدية لحل المشكلة ومع ذلك ، فإن هذه الأساليب تواجه حاليًا المواجهات التي تطرحها الملوثات الجديدة الناشئة لذلك ، هناك حاجة لتطوير طرق بسيطة ومنخفضة التكلفة لتنقية المياه تستخدم البوليمرات الطبيعية القابلة لإعادة التدوير باستخدام المواد النانوية.

تم منع الشيتوزان بشكل فعال من الملوثات البيئية المختلفة من النفايات حتى مستويات المقبولة، مما يجعله مرشحاً جيداً كنهج واعد للمعالجة المياه الصرف الصحي ومع ذلك في العديد من الدراسات

السابقة ، تم تقييم قدرات هذه المركبات النانوية القائمة على الشيتوزان لإزالة الملوثات بشكل أساسي باستخدامها حلول مياه الصرف الصناعي. لا تزال الدراسات البحثية حول التطبيق العملي لهذه المركبات

النانوية القائمة على الشيتوزان لإزالة الملوثات باستخدام مياه غير كافية لذلك ، يوصى بشدة بالتحقيق في إمكانية إزالة هذه المركبات النانوية الشيتوزان وإعادة استخدامها باستخدام عينات مياه الصرف الصحي

البيئية، يجب القيام بذلك لإنشاء آليات تفاعل فعالة في ظل ظروف حقيقية ، إجراءات التوليف للمركبات النانوية القائمة على الشيتوزان لتحقيق قدرة عالية على إزالة الملوثات وتنقية المياه لأنه من الضروري

مراعاة سميتها تجاه صحة الإنسان والبيئة ولوائح استخدام هذه الشيتوزان [23].

**10.2.III. الدراسة العاشرة :**

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Brian Grégoire ، and all ..... والذي جاء بعنوان :

Design of hybrid Chitosan-Montmorillonite materials for water treatment:  
Study of the performance and stability.

الهدف من هذه الدراسة هو استخدام المواد الهجينة لوحدة الشيتوزان ومونومور كبدائل صديقة للبيئة للأملاح المعدنية في معالجة المياه وخاصة لإنتاج مياه الشرب تحديًا جديدًا، ومع ذلك تتطلب عملية التخرير تقليل إطلاق البوليمر وتحسين التفاعل لضمان انخفاض محتوى الكربون العضوي الذائب في المياه المعالجة.

لتلبية هذه المتطلبات ، تم تصميم المواد الهجينة في هذه الدراسة لتجمع بين الاستقرار الهيكلي وكفاءة الامتزاز الجيد، فتم تقييم تأثير معلمات التحضير (الوزن الجزيئي للبوليمر ، نسبة كتلة البوليمر إلى الطين ، طريقة الإضافة ومعالجة ما بعد التحضير) وتم تمييز المركبات التي تم الحصول عليها بشكل كامل من خلال حيود الأشعة السينية (XRD) والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR).

تم إجراء تجارب اختبار لتقييم أداء الهجينة تجاه ميثيل البرتقال ، وهو جزيء نموذجي للمركبات المحبة للماء التي يصعب إزالتها ، حيث تم الحصول على أفضل النتائج عن طريق التجفيف الهجين. أظهر التحليل الإنشائي أن سلاسل البوليمر الخاصة بالهجين المجفف كانت أكثر ارتباطًا بقوة بجزيئات المونومور يلونيت بينما تظل في متناول الجزيئات العضوية.

حالت هذه البنية دون زعزعة الاستقرار في وجود قوة أيونية عالية في ظل هذه الظروف و أظهرت جميع المواد التي تعتمد على الشيتوزان بعض فقدان التفاعل ومع ذلك ، تم تقليل إطلاق الشيتوزان المذاب إلى 13 ٪ من الكتلة الأولية للهجين المجفف الأمثل مقارنة بـ 47٪ للنسخة غير المجففة.

لا يزال أداء الهجينة المحسنة يفوق أداء الشيتوزان الأصلي ، المونومور يلونيت ، و  $FeCl_3$  لإزالة ميثيل البرتقال ، مما يبرز إمكانية استخدامها في المستقبل [24].

**3.III السليلوز:****1.3.III. الدراسة الأولى :**

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Rasim Batmaz and all.... والذي جاء بعنوان :

Cellulose nanocrystals as promising adsorbents for the removal of cationic dyes.

الهدف من هذه الدراسة هو تم توضيح التطبيق المحتمل لـ بلورات السليلوز النانوية المحضرة من الياف السليلوز عن طريق التحلل المائي لحمض الكبريتيك لامتزاز صبغة عضوية كاتيونية (أزرق ميثيلين) BM حيث تم فحص تأثير العوامل المختلفة جرعة الممتزات ، تركيز الصبغة الأولى، درجة الحموضة و درجة الحرارة على امتزاز الصبغة كانت سعة الامتزاز القصوى mg 118 عند درجة حرارة 25 c° ودرجة حموضة 9 كما أدى تنشيط بلورات السليلوز النانوية بواسطة TEMPO إلى تعزيز إمكانية الامتزاز لهذه المواد .

وبالتالي ، يمكن استخدام البلورات النانوية السلولوزية النقية والمعدلة للامتزاز أنواع مختلفة من المركبات لما لها من خصائص ممتازة مساحة السطح وكثافة الشحن [25].

### III.2.3. الدراسة الثانية :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين . . Andreas Mautner and all. والذي جاء بعنوان :

Cellulose nanopapers as tight aqueous ultra-filtration membranes:

كان الهدف من هذه الدراسة هو اظهار استخدام أوراق النانو سليلوز المشتقة من الخشب ، لتطبيقات الترشيح النانوي بالمذيبات العضوية.

في هذه الدراسة ، نوسع استخدام هذه الأوراق النانوية لتثديد أغشية الترشيح الفائق (UF). يقصد جدوى أغشية UF القائمة على الورق النانوي للاستخدام في تنقية المياه، تم استخدام أربعة أنواع من السليلوز النانوي ، وهي السليلوز البكتيري ، النانوسليلوز المشتق من الخشب ، ألياف السليلوز النانوية المؤكسدة بواسطة TEMPO وبلورات السليلوز النانوية المواد الخام لإنتاج هذه الأغشية القائمة على الورق النانوي.

تظهر الأوراق النانوية الناتجة نفاذية الغشاء في نطاق أغشية UF الضيقة والمتاحة تجارياً مع الجزيئية يتراوح الوزن المقطوع من 6 إلى 25 كيلو دالتون ، والذي يعتمد على نوع النانو سليلوز المستخدم فتتوافق قيم القطع الجزيئية للوزن الجزيئي مع متوسط أحجام المسام لبضعة نانومتترات نظهر أن حجم المسام يمكن التحكم في الأوراق النانوية باستخدام أنواع مختلفة من ألياف النانو سليلوز [26] .

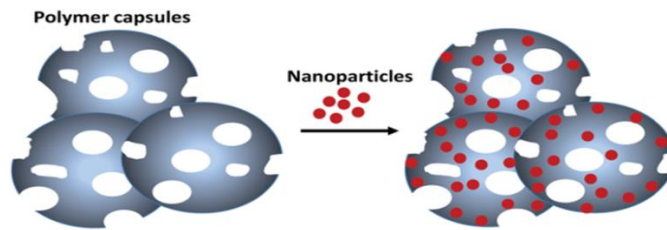
### III.3.3. الدراسة الثالثة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين :..... Daisy Setyono and all. والذي جاء بعنوان :

Use of porous cellulose microcapsules for water treatment.

تهدف هذه الدراسة إلى استخدام كبسولات دقيقة مسامية للغاية لمغلفة ب PEI لاستخراج السترات المذابة AuNPs و AgNPs من المياه بكفاءات تتراوح من 60 إلى 99%. حيث تم إعطاء قدرات امتزاز لانجموير ل NPs عند PH=5 تعطى على النحو التالي: 1 mg.g<sup>-1</sup> ل Au-PVP؛ 270 ل؛ 208 mg.g<sup>-1</sup> ل Ag-citrat؛ 116 mg.g<sup>-1</sup> ل Ag-PVP و 150 mg.g<sup>-1</sup> ل Au-citrat.

كان استخراج Ag NPs أكثر كفاءة من Au NPs بسبب الاختلافات في آلية الامتزاز الخاصة بهم بالإضافة إلى ذلك ، كان استخراج NPs أفضل عند إنخفاض درجة الحموض (أي PH 4,5 =) بسبب وجود مجموعات أمين بروتونية على سطح الكبسولة الدقيقة عند التعديل باستخدام FITC ، كانت الكبسولات الدقيقة تستخدم أيضاً للكشف عن Ag-cit و Ag-PVP و Au-cit NPs الشكل ( III . 5 ) في محلول بحد اكتشاف منخفض يصل إلى 0.01 جزء في المليون بالإضافة الى، لقد أظهرنا طريقة الكشف كمنصة جديدة للكشف عن المعادن NPs في الماء [27].



الشكل ( III . 9 ): امتزاز AuNPS و AgNPS باستخدام كبسولات دقيقة ( إيثيل السيليلوز المسامية المغلفة بالبولي إيثيلين) [27].

### III.4.3. الدراسة الرابعة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثي Priyanka Jain and all... والذي جاء عنوان :

Synthetically modified nano-cellulose for the removal of chromium: a green nanotech perspective .

كان الهدف من هذه الدراسة هو استخدام المادة الماصة المركبة النانوسليلوز المعدلة متعددة الوظائف (PANI NCC) لإدخال وظائف أمينية لإزالة الكروم سداسي التكافؤ وثلاثي التكافؤ من المسطحات المائية.

تمت المصادقة على المواد النانوية المُصنَّعة عن طريق تقنيات التحليل الطيفي والميكروسكوبية الحديثة.

إن PANI-NCC المعدل يشبه القضيب في الشكل، حوالي 60 نانومتر في الحجم 49.67 نانومتر و 84.18% على التوالي و يوفر الاكتشاف التجريبي الأمثل لإزالة الفعالة لـ ثلاثي التكافؤ (Cr<sup>III</sup>(47.06)) (94.12% mg/g) والكروم السداسي التكافؤ (97.84% (Cr (VI)(48.92 mg/g) من مياه الصرف الصناعي فهو تعتبر مادة الامتزاز الحيوي مادة ماصة بيولوجية قوية للتطور التكنولوجي لإزالة المعادن السامة من عينات المياه الصناعية[28].

### III.5.3 الدراسة الخامسة :

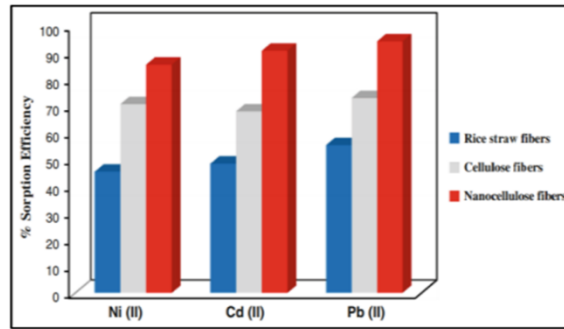
بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين H. Ibrahim and all... و الذي جاء بعنوان:

#### Nano-structured Cellulose as Green Adsorbents for Water: Purification: A Mini Review

كان الهدف من هذه الدراسة هو تركيز الباحثين بشكل كبير لتطوير مادة ماصة منخفضة التكلفة ذات قدرة امتزاز عالية قادرة على معالجة المياه من الأيونات المعدنية والملوثات الأخرى مثل الأصباغ و المعادن الثقيلة.

حظي السليلوز في السنوات الأخيرة بالاهتمام بسبب استدامته و توافره حيث يمكن الحصول عليه بكثرة بإجمالي إنتاج تقريبي يبلغ مليار إلى تريليون طن سنويا ، وتمتلك أغشية النانو سيليلوز تطبيقات بارزة فلا تقتصر على تنقية المياه من الملوثات فقط فيتجاوز ذلك إلى مجال الطب و مجال صناعة الأغذية.

حيث قام Kardam و آخرون بدراسة قدرة الامتزاز لكل من الياف قش الارز ،الياف السليلوز و الياف النانو سيليلوز للمعادن التالية Ni; Cd; Pd الشكل (III.6) حيث اظهر قدرة امتزاز النانو سيليلوز جيدة للمعادن الثقيلة فكانت النسب على التوالي 92.78% 89.51% 83.86% . فكان النانو سيليلوز المعدل ذو البنية النانوية المشتق من النفايات الزراعية احتمالا جيدا في امتزاز الملوثات من مياه الصرف الصناعي[29].



الشكل ( III . 10): مقارنة كفاءة الامتزاز لألياف قش الارز و الياف السليلوز و الياف النانو سيليلوز [29].

### III.6.3. الدراسة السادسة :

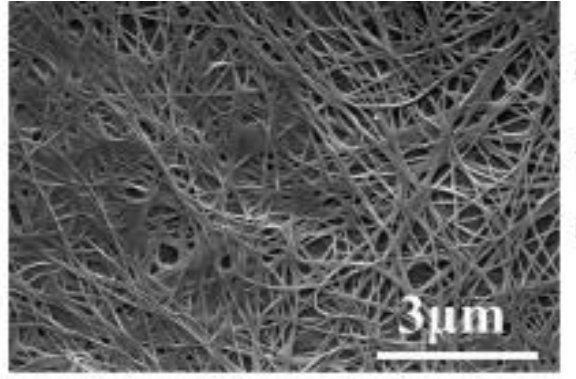
بالاستناد إلى المقال لعلمي المنجز من طرف الباحثين A. A. Alves and all.. والذي جاء بعنوان :

Bacterial cellulose membranes for environmental water remediation and industrial wastewater treatment.

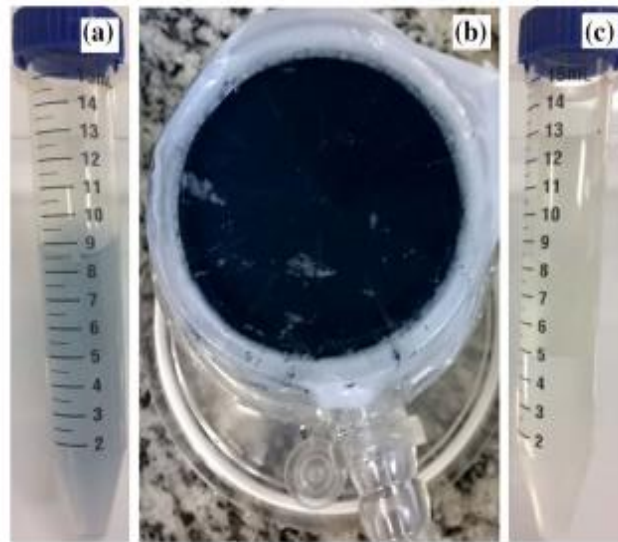
تهدف الدراسة الى تحضير أغشية السليلوز البكتيرية الموضحة في الشكل ( III . 11) واستخدامها كمرشحات لمعالجة المياه.

العينات تم اختيار العينات كمرشحات باستخدام عينات طبيعية مستخرجة من حوض نهر إيغاراسو في بيرنامبوكو ، البرازيل ، و باستخدام المخلفات الصناعية الخام من صناعات الألبان والمنسوجات تمت مقارنة أداء غشاء السليلوز البكتيري مع الأغشية التجارية المستخدمة في البيئات المعقمة بنتائج أفضل. وقد ثبت أن الأغشية فعالة في إزالة الإشريكية القولونية والصبغة لمدة تصل إلى عشر دورات عندما تمت دراسة العينات التي تم استخراجها من النهر ، لم يتم الكشف عن الكائنات الحية الدقيقة بعد تلقیح المرشح.

فتوصلوا الباحثين إلى استخدام المخلفات الصناعية لتصنيع أغشية BC ويمكن أن يكون استخدامها في معالجة مياه الصرف الصحي و مياه الصرف الصناعي و أن أغشية السليلوز البكتيرية BC فعالة في إزالة الصبغة الزرقاء والملوثات و في معالجة العينات ذات التركيبات المختلفة فيوضح الشكل ( III . 12) العينات بعد و قبل الترشيح و احتباس الصبغة في الغشاء مع احتفاظها بكفاءتها ، مما يجعلها مرشحة جيدة لمعالجة المياه الصناعية [30] ،



الشكل ( III . 11 ) : توضيح لأغشية BC [30]



الشكل ( III . 12 ) : a: عينة من مياه قبل الترشيح، b: نتائج احتباس الصبغة على الغشاء بعد الترشيح ، c: العينة بعد الترشيح [30].

### III.9.3. الدراسة السابعة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Opeyemi A. Oyewo and all... والذي جاء بعنوان :

Metal oxide-cellulose nanocomposites for the removal of toxic metals and dyes from wastewater.

الهدف من هذه الدراسة هو أن تحقيق معالجة المياه العادمة للمعادن والأصبغ السامة أمرًا معقدًا بسبب عدة عوامل.

تم تطوير تقنيات مختلفة لإزالة هذه الملوثات ومع ذلك ، فإن نجاح تقنيات معالجة المياه هذه يعتمد بشكل أساسي على اختيار الوسائط المناسبة حيث تخلق معظم المواد التجارية و المصنعة كيميائياً لمعالجة المياه مخاطر إضافية بسبب تسرب المواد الكيميائية السامة إلى مياه العملية.

وبالتالي ، أدت الدراسات التي أجريت على تطوير مواد أفضل يمكن أن تحقق كفاءة عالية دون التسبب في أي مخاطر صحية إلى استكشاف المواد المركبة غير السامة مثل تلك التي تتكون من السليلوز وأكاسيد المعادن ، ينصب التركيز على اختيار المواد وأفضل الطرق التي تسمح بدمجها من أجل معالجة التلوث الناجم عن المعادن الثقيلة والأصبغ فقننا في هذه الدراسة بتحليل أو تقييم استخدام السليلوز المدمج مع أكاسيد المعادن في إزالة المعادن والأصبغ السامة من المياه الصناعية.

أظهرت النتائج أن أكاسيد المعادن تتمتع بخاصية فيزيائية كيميائية كبيرة مثل ملائمة السطح و يمكن دمجها مع خصائص السليلوز من أجل امتزاز فعال لمخلفات الصبغة في الماء من ناحية، ومن ناحية أخرى السليلوز غير سام و قابل للتحلل الحيوي في الماء [31].

### III.8.3. الدراسة الثامنة :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين Hilal Ahmad and all..

والذي جاء بعنوان :

Aminophosphonic Acid Functionalized Cellulose Nanofibers for Efficient :  
Extraction of Trace Metal Ions.

كان الهدف من هذه الدراسة هو استنتاج كفاءة امتزاز أيونات النيكل (II) من مياه الصرف الصحي باستخدام جديد صديق للبيئة من نفايات قصب السكر.

تم تحضير أكسيد الجرافين بواسطة أكسدة تفل قصب السكر باستخدام الفيروسين عند درجة حرارة 300 درجة مئوية تحت الجوى، تم تحضير أسيتات السليلوز عن طريق استخراج حمض-قاعدي من السليلوز من تفل قصب السكر متبوعاً بالأستلة، تم خلط أسيتات السليلوز المتولد وأكسيد الجرافين مع كربونات الكالسيوم لإنتاجها مواد ماصة جديدة من أسيتات السليلوز / أكسيد الجرافين متناهية الصغر باستخدام نسب ووزن مختلفة من أسيتات السليلوز إلى أكسيد الجرافين.

أظهرت المميزات المركبة المطورة التي يسهل اختراقها هياكل ذات مساحة سطح عالية وكفاءة امتزاز محسنة لأيونات  $Ni^{+2}$  من الماء.

تمت مراقبة قدرة الارتباط المتزايدة لأيونات النيكل (II) عند زيادة المحتوى الكلي من أكسيد الجرافين. على الجانب الآخر ، حيث بلغت سعة الامتزاز 96.77%. أظهر نشاط الامتزاز خصائص واعدة كمادة ماصة صديقة للبيئة وخضراء ورخيصة ومستدامة وفعالة [32]

**III.9.3. الدراسة التاسعة :**

Hyun Young Kim , and all.. بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين :  
والذي جاء بعنوان :

Porous cellulose acetate membranes prepared by water pressure-assisted :  
process for water-treatment

الهدف من هذه الدراسة هو تصنيع الأغشية بإضافة مادة مضافة غير عضوية ،

إلى بوليمر أسيتات السليلوز (CA).

عند تعرضها لضغط الماء ، تم إضعاف سلسلة البوليمر، تم تغيير ضغط الماء من خلال تطبيق مجموعة من ضغط الماء المقطر من 0 إلى 10 bar وتم تأكيد المسام جيدة التكوين بواسطة صور SEM. عندما تم تطبيق ضغط الماء لتوليد المسام ، كان تدفق الماء المقطر حوالي LMH 50 عند أقصى ضغط 8 bar و بالإضافة إلى ذلك ، كان أداء معالجة المياه من حيث فصل 200 جزء في المليون من محلول ألجينات الصوديوم 75٪ أو أكثر لجميع الأغشية المحضرة ، من 3 إلى 10 bar ؛ كان الحد الأقصى للإزالة 89٪ عند 7 bar [33].

**III.10.3. الدراسة العاشرة:**

Dimitrios Georgouvelas and all... بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين  
والذي جاء بعنوان :

All-cellulose functional membranes for water treatment: Adsorption of metal  
ions and catalytic decolorization of dyes.

تهدف هذه الدراسة إلى تصنيع الأغشية ذات الطبقات السلولوزية بالكامل التي تحتوي على

بلورات السليلوز النانوية CNC مؤكسد بواسطة TEMPO(2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl radical) أو بلورات السليلوز النانوية المطعمة بالبوليمرات ككيانات وظيفية في تركيبية مع الياف السليلوز التجاري ، حيث ان وجود المواقع النشطة مثل الهيدروكسيل و الكربونيل والثيوليرات و الامينات أعطى الأغشية قدرات امتزاز عالية لأيونات المعادن Au, Co, Fe بالإضافة إلى صبغة الميثامفيتالين.

فعملت الاغشية كمحفزات ممتازة خالية من المعادن لإزالة الأصباغ عن طريق الهدرجة، فهذه من الطرق الشائعة لإزالة ملوثات المياه الصناعية، توفر هذه الطريقة كفاءة عالية و تكلفة منخفضة [34].

**خلاصة:**

تطرقنا في هذا الفصل إلى تجميع لأهم الدراسات السابقة حول المصادر المتاحة لإزالة مختلف الملوثات من مياه الصرف الصناعي .  
لنتناول فيما يلي النتائج التجريبية ومناقشة لمعالجة المياه بمصادر طبيعية (الكربون المنشط، الشيتوزان و السيليلوز).

## قائمة المراجع الاجنبية:

- [1]Ali, I., & Gupta, V. K. (2006). Advances in water treatment by adsorption technology. *Nature protocols*, 1(6), 2661-2667
- [2]. Phan, N. H., Rio, S., Faur, C., Le Coq, L., Le Cloirec, P., & Nguyen, T. H. (2006). Production of fibrous activated carbons from natural cellulose (jute, coconut) fibers for water treatment applications. *Carbon*, 44(12), 2569-2577.
- [3]. Hazourli, S., Ziati, M., Hazourli, A., & Cherifi, M. (2007). Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif-exemple des noyaux de dattes. *Revue des énergies renouvelables, ICRES*, 7, 187-192.
- [4]. Bamba, D., Dongui, B., Trokourey, A., Zoro, G. E., Athéba, G. P., Robert, D., & Wéber, J. V. (2009). Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution d'une eau contaminée au diuron. *J. soc. Ouest-Afr. chim*, 28, 41-52.
- [5]. Odubiyi, O. A., Awoyale, A. A., & Eloka-Eboka, A. C. (2012). Wastewater treatment with activated charcoal produced from cocoa pod husk. *Int. J. Environ. Bioener*, 4(3), 162-175.
- [6]. Tchakala, I., Kodom, T., Alfa-Sika, M. S. L., Bawa, M., & Djaneye-Boundjou, G. (2016). Traitement d'une eau naturelle polluée par adsorption sur du charbon actif (CAK) préparé à partir de tourteaux de karité. *Déchets Sciences et Techniques*, 72, 1-6.
- (باتنة، بسكرة، الوادي) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider–Biskra).
- [8]. Pedroza, M. M., Neves, L. H., Paz, E., Silva, F. M., Rezende, C. S., Colen, A. G., & Arruda, M. G. (2021). Activated charcoal production from tree pruning in the Amazon region of Brazil for the treatment of gray water. *Journal of applied research and technology*, 19(1), 49-65.
- [9]. <https://www.bestongroup.com/ar/wood-charcoal-making-machine/>

- [10]. Ajala, L. O., & Ali, E. E. (2020). Potential of groundnut shell-based activated charcoal for laboratory water treatment. *J Environ Sci Toxicol Food Technol*, 14, 54-9.
- [11]. Paul, A., Malik, M., Yadav, M., Malhotra, I., & Gupta, S. (2020). Water Treatment using Chemically Activated Charcoal. *Journal Of Science And Technology*, 5(3).
- [12]. <https://www.rightreactivation.co.th/%E0%B8%96%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B9%8C-Activated-Carbon>.
- [13]. Nayak, S. S., Mirgane, N. A., Shivankar, V. S., Pathade, K. B., & Wadhawa, G. C. (2021). Adsorption of methylene blue dye over activated charcoal from the fruit peel of plant hydnocarpus pentandra. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2302-2305.
- [14]. <https://indiabiodiversity.org/species/show/13613>.
- [15]. Fabris, R., Chow, C. W. K., & Drikas, M. (2010). Evaluation of chitosan as a natural coagulant for drinking water treatment. *Water Science and Technology*, 61(8), 2119-2128.
- [16]. PN, A. M. L., & Madhu, G. (2011). Removal of heavy metals from waste water using water hyacinth. *International journal on transportation and urban development*, 1(1), 48.
- [17]. Kou, S. G., Peters, L. M., & Mucalo, M. R. (2021). Chitosan: A review of sources and preparation methods. *International Journal of Biological Macromolecules*, 169, 85-94.
- [18]. Abul, A., Samad, S., Huq, D., Moniruzzaman, M., & Masum, M. (2015). Textile dye removal from wastewater effluents using chitosan-ZnO Nano composite. *Journal of Textile Sciences and Engineering*, 5(3).
- [19]. Barbusinski, K., Salwiczek, S., & Paszewska, A. (2016). The use of chitosan for removing selected pollutants from water and wastewater–Short review. *Archit Civil Eng Environ* 9 (2): 107–115.

- [20]Nechita, P. (2017). Applications of chitosan in wastewater treatment .  
.Biological activities and application of marine polysaccharides, 1, 209-22
- [21]. Pakdel, P. M., & Peighambaroust, S. J. (2018). Review on recent progress in chitosan-based hydrogels for wastewater treatment application. Carbohydrate polymers, 201, 264-279.
- [22]. Sarbon, N. M., Sandanamsamy, S., Kamaruzaman, S. F. S., & Ahmad, F. (2015). Chitosan extracted from mud crab (*Scylla olivacea*) shells: physicochemical and antioxidant properties. Journal of food science and technology, 52(7), 4266-4275.
- [23]. Taka, A. L., Klink, M. J., Mbianda, X. Y., & Naidoo, E. B. (2021). Chitosan nanocomposites for water treatment by fixed-bed continuous flow column adsorption: a review. Carbohydrate Polymers, 255, 117398
- [24]. Salvé, J., Gregoire, B., Imbert, L., Hubert, F., Leitner, N. K. V., & Leloup, M. (2021). Design of hybrid Chitosan-Montmorillonite materials for water treatment: Study of the performance and stability. Chemical Engineering Journal Advances, 6, 100087.
- [25]. Batmaz, R., Mohammed, N., Zaman, M., Minhas, G., Berry, R. M., & Tam, K. C. (2014). Cellulose nanocrystals as promising adsorbents for the removal of cationic dyes. Cellulose, 21(3), 1655-1665.
- [26]. Mautner, A., Lee, K. Y., Tammelin, T., Mathew, A. P., Nedoma, A. J., Li, K., & Bismarck, A. (2015). Cellulose nanopapers as tight aqueous ultra-filtration membranes. Reactive and Functional Polymers, 86, 209-214.
- [27]. Setyono, D., & Valiyaveetil, S. (2015). Use of porous cellulose microcapsules for water treatment. RSC advances, 5(101), 83286-83294.
- [28]. Jain, P., Varshney, S., & Srivastava, S. (2017). Synthetically modified nano-cellulose for the removal of chromium: a green nanotech perspective. IET nanobiotechnology, 11(1), 45-51.

- [29]. Ibrahim, H., Sazali, N., Ibrahim, I. N., & Sharip, M. S. (2019). Nano-structured cellulose as green adsorbents for water purification: a mini review. *Journal of Applied Membrane Science & Technology*, 23(2).
- [30]. Alves, A. A., Silva, W. E., Belian, M. F., Lins, L. S. G., & Galembeck, A. (2020). Bacterial cellulose membranes for environmental water remediation and industrial wastewater treatment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(9), 3997-4008.
- [31]. Oyewo, O. A., Elemike, E. E., Onwudiwe, D. C., & Onyango, M. S. (2020). Metal oxide-cellulose nanocomposites for the removal of toxic metals and dyes from wastewater. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 2477-2496.
- [32]. Aldalbahi, A., El-Naggar, M., Khattab, T., Abdelrahman, M., Rahaman, M., Alrehaili, A., & El-Newehy, M. (2020). Development of green and sustainable cellulose acetate/graphene oxide nanocomposite films as efficient adsorbents for wastewater treatment. *Polymers*, 12(11), 2501.
- [33]. Kim, H. Y., Cho, Y., & Kang, S. W. (2019). Porous cellulose acetate membranes prepared by water pressure-assisted process for water-treatment. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 78, 421-424..
- [34]. Georgouvelas, D., Abdelhamid, H. N., Li, J., Edlund, U., & Mathew, A. P. (2021). All-cellulose functional membranes for water treatment: Adsorption of metal ions and catalytic decolorization of dyes. *Carbohydrate Polymers*, 264, 118044 .

#### قائمة المراجع العربية :

- [7]. خيواني عادل. (2019). توزيع ومعالجة أيونات الفلوريد في مياه الشرب للمدن الجزائرية



# الجزء الثاني



الفصل الرابع

فوائد تجريبية و مناقشة

مقدمة:

كما ذكرنا سابقا للمصادر المتاحة (الكربون المنشط ،شيتوازن ،سيليلوز) أهمية كبيرة في المجال العلمي، ومن أجل معالجة المياه المستعملة الصناعية استخدمت كمواذ مازة.

1.IV. الكربون المنشط:

1.1.IV. الدارسة الرابعة:

Wastewater Treatment with Activated

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال:

Charcoal Produced fromCocoa Pod Husk

نشر سنة 2012 يتضمن امتزاز الكربون المنشط للمعادن الثقيلة Pb و Cu الذي تم تحضيره من قشور الكاوكاو.

2.1.1.IV. الطرق والتقنيات المستخدمة لتحضير الكربون المنشط :

❖ مصدر الكربون المنشط المستخدم:

من أجل معالجة المياه المستعملة الصناعية تم إعداد قشور الكاوكاو المستخدم في هذه الدراسة من نيجيريا.

❖ المواد والأجهزة:

جدول (1.IV): المواد والأجهزة المستخدمة في تحضير الكربون المنشط.

الأجهزة و الأدوات المستعملة	المواد المستعملة
✓ حمام مائي إلكتروني (Techmel and Techmel Texas HH-C180-24)	✓ قشر الكاوكاو المجفف.
✓ ميزان كهربائي (الجرد الوطني ،إنلتجرا، UNISCOPE SM 9080).	✓ الماء المقطر.
✓ مقياس درجة الحموضة (Techmel وTechmel PHS-25، تكساس).	✓ حمض الهيدروكلوريك.
✓ شاشات تايلر (Ende Cottts 014)	✓ حمض الفوسفوريك.
✓ (غربال اختبار) (Ltd. BS 410).	✓ كلوريد الزنك.
✓ الفرن (قاعدة بيانات الجرد الوطنية الموحدة).	✓ ثيوسلفات الصوديوم.
✓ ورق ترشيح.	✓ مياه الصرف الصحي.
✓ سداة.	✓ هيدروكسيد الصوديوم.

دورق مخروطي.	✓
قياس الاسطوانة.	✓
الملعقة.	✓
الماصة.	✓
السحاحة.	✓
مطياف الامتزاز الذري ( AAS )،	✓
(SENSAA6358) وشاكر ميكانيكي.	

### 3.1.1.IV. تحضير الكربون المنشط :

#### ❖ كربنة قشر الكاوكاو:

الكربنة أو الانحلال الحراري هي العملية التي يتم فيها تسخين العينة وتحللها وتحويلها في النهاية إلى المنتج المطلوب في حالة عدم وجود هواء في مفاعل طبقة ثابتة، قشر الكاوكاو تم غسلها أولاً بالماء لإزالة الأوساخ من سطحها وتجفيفها بعد ذلك عند  $105\text{ C}^{\circ}$  لمدة 24 ساعة لإزالة الرطوبة، تم طحن قشور الكاوكاو المجففة إلى قطع صغيرة ومنخلها إلى حجم الجسيمات المطلوب من 1,7-1 mm وتحميلها في مفاعل مجدول عمودي من الفولاذ المقاوم للصدأ يوضع في فرن دثر، تم إجراء كربنة قشر الكاوكاو المجفف عند  $500\text{ C}^{\circ}$  بمعدل تسخين  $10\text{ C}^{\circ}/\text{mm}$  في جو من النيتروجين المنقى لمدة ساعة واحدة تم حفظ العينة في وعاء بلاستيكي وتخزينها في درجة حرارة الغرفة.

#### ❖ التنشيط الكيميائي:

تم نخل العينة المتفحمة أو المتحللة بالحرارة باستخدام شبكة بحجم 0.2 - 2 مم و تفعيل قشر الكاوكاو المتفحم باستخدام الطريقة التي استخدمها (Badmus et al. 2007) مع تعديل طفيف على النحو التالي: خلط 100g من العينة المتفحمة مع 250ml من حمض الهيدروكلوريك 2M واستعادتها عن طريق التسخين لمدة 24 ساعة بعد التبريد الطفيف، يرشح الملائط ويشطف باستخدام حمض هيدروكلوريك مخفف ويجفف عند 700 درجة مئوية لمدة ساعتين. ثم تخزين العينة المجففة في حاوية بلاستيكية محكمة الإغلاق

### 4.1.1.IV. تجربة الامتزاز:

لكل تجربة ، تم تحضير 50 ml من عينة المياه السائلة المحتوية على معادن مختلطة من  $3.56\text{ mg}/\text{l}$  من النحاس،  $2.941\text{ mg}/\text{l}$  من الرصاص ودرجة الحموضة 6.27 اعتمادا على تركيز فلز مياه الصرف الصناعي ويضاف إلى كمية محسوبة من مادة الامتزاز (الفحم المنشط من قشر كبسولات الكاوكاو) في قارورة اهتزاز سعة 50 ml مع تعديل درجة الحموضة للمحلول باستخدام 1M هيدروكلوريك أو 1M

هيدروكسيد الصوديوم، و تقليب المادة الماصة في المحلول في شاكر ميكانيكي بسرعة 1000 m عند 27 C°، تمت معالجة المحاليل الفارغة بالمثل بدون مادة ماصة وتحت شروط تجريبية ، تم ترشيح المحلول باستخدام ورق ترشيح  $0.4 \mu m$  و تحليله من أجل التركيز المتبقي للمعادن في المرشح بواسطة مقياس الامتزاز الذري الطيفي (AAS).

تم استخدام تركيز توازن المعادن عند الكتل مختلفة من الممتزات (1 ، 2 ، 3 ، 4g/l) عند درجة الحرارة المحيطة، تم حساب وتسجيل قدرة الامتزاز للممتاز تم استخدام زمن التلامس المتوازن للمعادن في أوقات الامتزاز المختلفة (30،60،90،120 دقيقة) عند درجة الحرارة المحيطة لحساب سعة الامتزاز ونسبة إزالة المعدن (%R) ، تم استخدام تباين في توازن درجة الحموضة للمعادن لحساب سعة الامتزاز ونسبة الإزالة (%R).

#### 5.1.1.IV. النتائج والمناقشة:

##### ❖ النتائج:

الجدول من (2. IV) إلى (5.IV) هي نتائج تركيزات أيونات المعادن قبل الامتزاز والتركيزات بعد الامتزاز مع تغير في درجة الحموضة ووقت التلامس والكتل. المادة المنتجة: حبيبات الكاكاو الكربون المنشط (GAC) ؛ حجم الجسيمات: 1-1.70 mm ؛ الوزن المقاس 2 mg والحجم المقاس 50 ml. الجدول (2. IV): تركيزات النحاس والرصاص في مياه الصرف الصحي قبل الامتزاز.

PH	الرصاص (ppm)	النحاس (ppm) قبل	S/N
قبل الامتزاز	قبل الامتزاز	الامتزاز	
6.27	2.941	3.565	1

#### الجدول (3.IV): تأثير درجة الحموضة على الامتزاز.

الرصاص (ppm)	النحاس (ppm) قبل	قيم PH	S/N
قبل الامتزاز	الامتزاز		
1.686	2.711	2	1
0.744	1.196	4	2
0.012	0.038	6	3
<0.001	<0.001	8	4

## الجدول(4.IV): تأثير وقت الاتصال على الامتزاز.

الرصاص (ppm) قبل الامتزاز	النحاس (ppm) قبل الامتزاز	وقت الاتصال	S/N
1.981	3.007	30	1
1.040	1.492	60	2
0.388	0.447	90	3
0.029	0.041	120	4

## الجدول(5.IV): تأثير الكتلة على الامتزاز.

الرصاص (ppm) قبل الامتزاز	النحاس (ppm) قبل الامتزاز	الكتلة (g)	S/N
1.843	2.859	1	1
0.696	1.048	2	2
0.004	0.023	3	3
<0.001	<0.001	4	4

قدرة الامتزاز (qt) ونسبة إزالة المعدن (%R): يتم عرض نتيجة القدرة على الامتزاز وكفاءة الامتزاز بهذه الطريقة : التركيز الأولي للنحاس ،  $Cu = 3.565$  ؛ التركيز الأولي للرصاص  $Pb = 2.941$  ؛  $M$  ؛  $V = 50ml$  و  $=2g$

حيث  $V =$  حجم المحلول المعدني في ورق الرج و  $M =$  كتلة المادة الماصة (g).  
قدرة الامتزاز للمادة الماصة ونسبة إزالة المعدن (%R) لكل من أيونات النحاس والرصاص موضحة في الجداول من (6.IV) إلى (8.IV).

الجدول (6.IV): تأثير تغير درجة الحموضة على سعة الامتزاز ونسبة إزالة المعادن.

الرصاصة		النحاس		قيم الأس الهيدروجيني	S/N
R(%)	qt(mg/g)	R(%)	qt(mg/g)		
42.67	31.38	23.40	21.35	2	1
74.70	54.93	66.50	59.23	4	2
99.60	73.23	95.9	88.18	6	3
0.00	0.00	0.00	0.00	8	4

الجدول (7. IV): تأثير وقت التلامس على سعة الامتزاز ونسبة إزالة المعدن.

الرصاصة		النحاس		وقت الاتصال (دقيقة)	S/N
R(%)	qt(mg/g)	R(%)	qt(mg/g)		
32.61	23.98	15.65	13.95	30	1
64.64	47.53	58.15	51.83	60	2
86.81	63.83	87.46	77.95	90	3
99.01	72.80	98.85	88.10	120	4

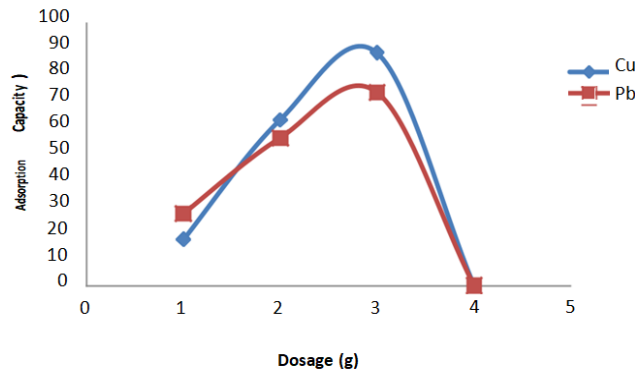
جدول (8.IV): تأثير الكتلة على قدرة الامتزاز ونسبة إزالة المعادن.

الرصاصة		النحاس		تباين الكتل (g)	S/N
R(%)	qt(mg/g)	R(%)	qt(mg/g)		
37.33	27.45	19.80	17.65	1	1
76.33	56.13	70.60	62.93	2	2
99.86	73.43	99.35	88.55	3	3
0.00	0.00	0.00	0.00	4	4

## مناقشة:

## ❖ تأثير الكتلة الممتازات:

يظهر تأثير كتلة GAC على امتزاز المعادن في الشكل (1.IV) حيث لوحظ اتجاه زيادة في سعة الامتزاز مع زيادة كتلة الممتازات من 1 إلى 3 g ، سجلت الممتازات قدرة قصوى تبلغ 91 g / mg للنحاس، 76 g / mg للرصاص بكتلة 3g ، أدت الزيادة الإضافية في مادة الامتزاز التي تزيد عن 3g إلى انخفاض قدرة الامتزاز، كانت الزيادة المعدنية في قدرة الامتزاز مع زيادة كتلة الممتازات متوقعة ، حيث يزداد عدد الجسيمات الممتازة وبالتالي توفر المزيد من المساحات السطحية لربط المعادن. علاوة على ذلك ، يمكن أن تفرض كتلة الممتازات العالية تأثير غربال على الطبقة الخارجية الكثيفة للخلايا ، وبالتالي حماية موقع الربط من المعادن.



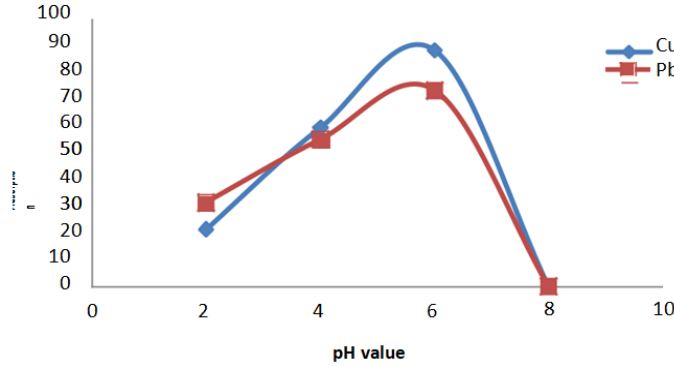
الشكل (1.IV): تأثير الكتلة على قدرة امتزاز الرصاص والنحاس.

## ❖ تأثير درجة الحموضة على الامتزاز:

يتأثر الامتزاز والنسبة المئوية للمعادن من المحلول المائي بشدة من درجة الحموضة في المحلول. يوضح (2.IV) تأثير تباين درجة الحموضة على امتزاز أيونات النحاس والأيونات الرصاص على سطح GAC، زادت امتزاز النحاس والرصاص من 23 إلى 90 g/mg و 31g/mg إلى 73 على التوالي عند زيادة الرقم الهيدروجيني للحل من 2 إلى 6، بالنسبة لقيمة الرقم الهيدروجيني أعلى من 6 ، تنخفض قدرة الامتزاز مع زيادة الرقم الهيدروجيني.

يمكن تفسير آلية امتزاز المعادن من خلال امتزاز مع تباين درجة الحموضة على أنها نطاق من 2 إلى 4، ستكون أيونات النحاس والرصاص موجودة في الغالب مثل أيونات (II)M و يمكن أن يكون الحد الأدنى من الامتزاز الذي لوحظ عند درجة الحموضة المنخفضة 2 من جهة بسبب حقيقة أن وجود تركيز أعلى وارتفاع التنقل من أيونات  $H^+$  يفضل  $H^+$  الامتزاز مقارنة بأيونات (II)M ومن ناحية أخرى بسبب ذوبانها العالية وتأيين الأملاح المعدنية في الوسط الحمضي.

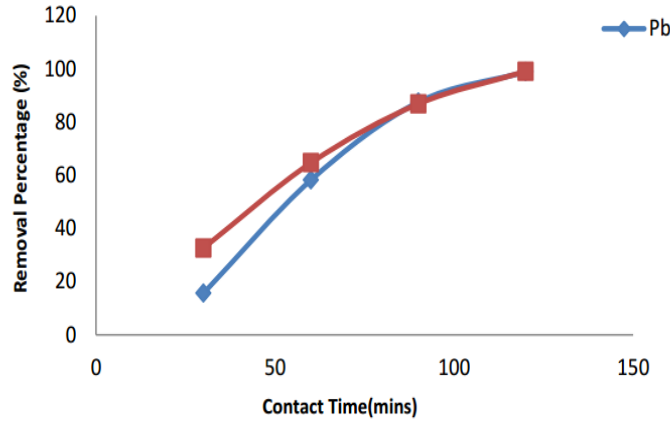
عند تركيز  $H^+$  العالي ، يصبح سطح المادة الماصة مشحونًا بشكل إيجابي أكثر بحيث يتم تقليل التجاذب بين المواد الماصة الكاتيونات المعدنية، على عكس زيادة درجة الحموضة، يصبح السطح المشحون أكثر سالبًا متاحًا مما يسهل إزالة المعادن بشكل أكبر و يمكن استنتاج أن امتزاز الكاتيونات المعدنية يزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني لأن الأنواع الأيونية المعدنية تصبح أقل ثباتًا في المحلول.



الشكل (2.IV) : تأثير قيمة الرقم الهيدروجيني على قدرة امتزاز الرصاص والنحاس.

#### ❖ تأثير وقت الاتصال على الامتزاز:

تم رسم العلاقة بين النسبة المئوية لإزالة المعادن عن طريق الامتزاز مع وقت التلامس وعرضها في (3.IV)، تزداد كمية أيونات المعدن الممتز مع مرور الوقت وأظهرت المادة الماصة اختزالاً سريعاً للمعادن في 30 دقيقة من وقت التلامس ، مع زيادة أخرى في الوقت ، تنخفض حركية الامتزاز تدريجياً. اقتربت النسبة المئوية لإزالة المعدن من التوازن خلال 115 دقيقة للرصاص و 120 دقيقة للنحاس، ربما كان الامتزاز السريع للمرحلة الأولية ناتجاً عن تدرج التركيز الأولي بين مادة الامتزاز في المحلول وعدد المواقع الشاغر المتاحة على سطح GAC في البداية، قد تكون الزيادة التدريجية في الامتزاز وبالتالي تحقيق امتزاز التوازن ناتجاً عن النقل الكتلي المحدود للجزيئات الممتزة من السائل السائب إلى السطح الخارجي لـ GAC. لوحظ أن سعة السطح المقابلة للتوازن اختلفت قليلاً لكل معدن مع الرصاص 99% والنحاس 97%.



الشكل (3.IV) : تأثير وقت التلامس على نسبة الإزالة.

#### 2.1.IV. الدراسة الخامسة :

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال Teritemen d'une eau naturelle polluée par adsorption sur du charbon actif(CAK)préparé à partir de tourteaux de karité.

نشر سنة 2016 يتضمن امتزاز الكربون المنشط ملوثات عضوية و غير عضوية الذي تم تحضيره من كعكة الشيا.

#### 2.2.1.IV. تحضير الكربون المنشط:

تم تحضير الكربون المنشط CAK من كعكة الشيا وفقا للبرتوكول التالي، يتم نقع الكعك المطحون إلى حجم جسيم أقل أو يساوي 0.8 mm لمدة 6 ساعات في محلول حمض الفسفوريك بتركيز يساوي 40% لنسبة تشريب تساوي 1.5، بعد ذلك يتم تفحيم عند 450 C° لمدة ساعتين و تحديد خصائص الكيمائية ( الوظائف الكيمائية السطحية و درجة الحموضة عند نقطة الصفر) لكربون المنشط CAK على التوالي تم تحديد بنيتها عن طريق امتزاز النيتروجين عند 77 K في العمل السابق .

#### 3.2.1.IV. جهاز الامتزاز التجريبي دفعة:

تم إجراء التجارب على امتزاز الملوثات الموجودة في الماء بواسطة الكربون المنشط CAK باستخدام "طريقة الدفعات" في قوارير Erlenmeyer سعة 100 ml ، عند درجة حرارة الغرفة (30 ± 2 درجة مئوية) وبسرعة تقلاب 300 دورة في الدقيقة، تمت دراسة آثار زمن التلامس وكتلة الكربون المنشط بعد فترة تلامس طويلة بما فيه الكفاية للوصول إلى التوازن ، يتم ترشيح المحاليل على ورق الترشيح (ورق ترشيح الحلقات المزدوجة) ويتم تحليل المحلول المائي لتحديد تركيز الملوثات المتبقية، تم حساب سعة امتزاز التوازن القصوى ( Qe (mg / g) للملوثات وفقاً للمعادلة (1):

$$Q_e = (C_0 - C_e) \cdot V / m \dots \dots \dots (1.IV)$$

C<sub>0</sub> : التركيز الأولي في المحلول.

$C_e$  : التركيز تكافؤ في المحلول.

$V$  : حجم المحلول.

$m$  : كتلة الكربون المنشط الجاف مستخدم .

#### 4.2.1.IV. النتائج ومناقشة:

##### نتائج:

❖ الكربون المنشط CAK يحتوي على درجة حموضة حمضية قليلاً عند نقطة الصفر  $pH=6.8$  و له مساحة سطح محددة  $1148 \text{ m}^2/\text{g}$  و حجم مسام  $0.607 \text{ cm}^3/\text{g}$ .

❖ الامتزاز يكون سريعاً خلال الساعات الأولى ، ثم لوحظ امتزاز أبطأ وتقل سرعته من حوالي الساعة الثانية، بالنسبة إلى الطلب الأوكسجين البيولوجي ، يتم الوصول إلى التوازن بعد 10 ساعات وهو ما يقابل انخفاض أكثر من 96% ، بينما بالنسبة لـ COD ، يكون وقت التوازن 15 ساعة ويتوافق فقط مع تقليل بنسبة 70% تقريباً. تمديد وقت الاتصال إلى ما بعد 15 ساعة لا يؤدي إلى أي تحسن في نسب تخفيض COD و BOD.

❖ تنقسم ظاهرة انتشار داخل الجسيم إلى ثلاثة مراحل : تميز ظاهرة الانتشار السطح خارجي للكربون المنشط CAK (الامتزاز فوري)، الامتزاز التدريجي، خطوة التوازن الامتزاز. قيم ثوابت الانتشار داخل الجسيم تساوي  $2.549 \text{ mg/g} \cdot \text{min}^{1/2}$  لـ COD  $8.468 \text{ mg/g} \cdot \text{min}^{1/2}$  - BOD بالإضافة إلى ذلك ، فإن قيم ثوابت انتشار المسام تساوي على  $6 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$  لـ COD و  $13.33 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$  لـ BOD .

❖ النسب المئوية للامتزاز تزداد مع زيادة كتلة الكربون المنشط المستخدم ، حيث يؤدي ذلك إلى انخفاض بنسبة 98% في COD و BOD.

❖ تشير النتائج إلى أن امتزاز الملوثات ، الذي تتم مراقبته عالمياً بواسطة معلمات COD و BOD ، يمكن وصفه بشكل تقريبياً بواسطة متساوي الحرارة Freundlich (معامل الارتباط  $R > 0.98$ ) ، و Langmuir isotherms ( $R > 0.97$ ) ، قيم  $K_F$  أقل من  $2.3 \text{ mg/g}$ .

##### مناقشة:

❖ انخفاض تدرجات التركيز مع تقدم الامتزاز ، مما له تأثير مباشر على الخواص الحركية ومن ناحية أخرى ، تشير النتائج إلى وجود مجموعتين من المركبات ذات السلوكيات المختلفة و في الواقع ، حصلنا على وقت توازن أطول (15h) لـ COD من (10 h) BOD. من المعروف أن الكربون المنشط له قابلية عالية للمركبات العضوية ، وألفة متوسطة لبعض المركبات غير العضوية.

❖ تشير جميع قيم k إلى أن الانتشار داخل الجسيمات هو خطوة حاسمة في امتزاز الملوثات على الكربون المنشط CAK.

❖ تتبع متساوي الحرارة التي تم الحصول عليها نماذج Freundlich و Langmuir. يشير متوسط قيم  $K_F = 2.31 \text{ g/mg}$  ( $\text{COD} \downarrow K_F = 1.89 \text{ g/mg}$  و  $\text{BOD} \downarrow K_F$ ) إلى متوسط تقارب الكربون المنشط لجميع الملوثات العضوية وغير العضوية. السعة القصوى للامتزاز  $Q_0$  المعبر عنها في (COD)  $12.66 \text{ mg O}_2/\text{L CA}$  أعلى قليلاً من تلك المعبر عنها في  $11.24 \text{ mg O}_2/\text{L CA}$  (BOD).  
**3.1.IV. الدراسة السادسة:**

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال توزيع ومعالجة أيونات الفلوريد في مياه الشرب للمدن الجزائرية (باتنة ، بسكرة ، الوادي).

نشر سنة 2019 يتضمن امتزاز الكربون المنشط للشوارد فلوريد الذي تم تحضيره من عظام الإبل.

#### 1.3.1.IV. تحضير الكربون النشط:

نأخذ العينة الأولية (عظام الأبل) ونغسلها غسلا جيدا بالماء الحنفية حتي ننزع منها كل الشوائب ، ثم نغسلها مرة أخرى بالماء المقطر غسلا جيدا. نجفف العينة السابقة في مجفف لمدة 24 ساعة و عند درجة حرارة  $105^\circ\text{C}$ . بعد ذلك نطحن العينة ونقوم بالغربلة بحيث الحبات المختارة قطرها بين 0.5-5mm. وبعدها نقوم بالمعالجة الكيميائية للحبات المتحصل عليها قبل الكربنة و ذلك بمعالجة العينة المختارة لعظام الأبل مع حمض الكبريت  $\text{H}_3\text{PO}_4$  مع الماء بنسبة 1/1، ثم نأخذ العينة إلى الفرن و لمدة 24 ساعة و عند درجة حرارة  $103^\circ\text{C}$  ثم تحفظ في قارورات مغلقة جيدا.

بعد المعالجة الكيميائية نقوم بالكربنة نأخذ العينة إلى المجفف لمدة 24 ساعة و عند درجة حرارة  $107^\circ\text{C}$  ، نأخذ العينة في معزل عن الهواء من المجفف إلى الفرن مباشرة و نقوم بعملية الكربنة لمدة ساعتين حتى تصل إلى الدرجة  $580^\circ\text{C}$  و ننتظر حتى يرجع إلى الدرجة العادية.

نأخذ العينة و نقوم بغسلها بحمض كلور الماء تركيزه  $0.1 \text{ M}$  و ذلك لنزع البقايا الجافة الناتجة من عملية الحرق ، ثم تأتي الخطوة الأخيرة وهي عملية الغسل بالماء المقطر حتى يصبح الوسط متعادل مدة الغسل في وفرة الماء المقطر تدوم عدة أيام. عندها نجفف العينة لمدة 9 ساعات على الأقل تحت درجة حرارة  $107^\circ\text{C}$  ثم نتركه يبرد ثم تحفظ قارورات مغلقة جيدا و هكذا نكون حصلنا على الكربون المنشط حبيبي.

#### 2.3.1.IV. نتائج و مناقشة:

❖ النسبة المئوية لنزع الشوارد الفلوريد من الماء تزداد بحوالي 11% لشوارد الفلوريد من  $2 \text{ mg/l}$  إلى  $15 \text{ mg/l}$ . أن الفحم الإبل الأفضل في نزع شوارد الفلوريد من الماء حيث تقدر نسبة المعالجة أكثر من 30% لأن السطح النوعي (BET) لفحم الإبل  $321.425 \text{ g/m}^2$ . فكلما كان السطح النوعي أكبر كان الامتزاز أكثر في المردود المعالجة.

❖ زيادة المواقع النشطة للكربون المنشط التي تمتاز شوارد الفلوريد مما يؤدي إلى تناقص تركيز شوارد الفلوريد فكلما زادت كمية الكربون المنشط زادت مساحة الكربون المنشط وبالتالي تزيد المواقع النشطة فتمتاز كمية أكثر من شوارد فلوريد وبالتالي يزيد مردود المعالجة.

❖ الزيادة السريعة للامتزاز في البداية التركيز لوجود أماكن كثيرة شاغرة وجاهزة لإمتزاز شوارد الفلوريد على سطح الكربون المنشط ثم تبدأ العملية في التباطؤ و يعود ذلك لتشبع سطح الكربون المنشط بشوارد الفلوريد كما وجدنا أن زمن التركيز المثالي للمعالجة بالكربون المنشط من عظام الإبل أكبر من 75 min.

❖ كلما زادت سرعة الخلط زاد امتزاز شوارد الفلوريد على سطح الكربون المنشط و يفسر ذلك بزيادة التلامس بين شوارد الفلوريد و سطح الكربون المنشط بفعل الخلط حتى 300 دورة في دقيقة ثم يبدأ انخفاض امتزاز شوارد الفلوريد على سطح الكربون المنشط بعد هذه السرعة و يفسر ذلك بزيادة فعل قوة الخلط مما يؤدي إلى انفصال شوارد الفلوريد عن فجوات سطح الكربون المنشط.

❖ كلما كان الوسط متعادلا كان الامتزاز أكثر لذلك تعد القيمة  $pH=7$  هي القيمة المثلى للمعالجة و يفسر ذلك أن الكربون المنشط يحتوي على مجموعات وظيفية أمفيتيرية مما يتسبب في وجود تجاذب بينها و بين شوارد الفلوريد مما يجعل الامتزاز أعلى عند  $pH=7$ .

#### 4.1.IV. الدراسة العاشرة:

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال Adsorption of methylene blue dye over activated

chacraol form peel of plant hydnocarpus pentandra

نشر سنة 2020 يتضمن امتزاز الكربون المنشط صبغة الميثيلين الأزرق الذي تم تحضيره قشور فاكهة .hydnocarpus pentandra

#### 1.4.1.IV. تحضير الكربون المنشط:

تمت إزالة القشور من الفاكهة المجمعة، تغسل بالماء المقطر ثم تجفف لمدة 3-4 أسابيع، ثم جففها عند  $C^{\circ}$  30 لمدة 24 ساعة ، و طحن جميع القشور إلى مسحوق ناعم ثم تم خلطها بمحلول  $ZnCl_2$  لتحضير أفضل للفحم و يسخن الخليط الناتج حتى  $100C^{\circ}$  لمدة 6 h ، ثم  $200 C^{\circ}$  لمدة 24 h. بعد هذه المعالجة ، يوضع الخليط في فرن كهربائي لمدة  $500 C^{\circ}$  لمدة ساعة واحدة ، يبرد في درجة حرارة الغرفة ثم يغسل بـ  $M$  0.5 من هيدروكلوريد والماء المقطر حتى يصبح متعادلا، ثم تجفف مرة أخرى في الفرن لمدة  $100 C^{\circ}$  لمدة 6 ساعات. أخيرًا ، نقوم بغرلة عبر شبكة للحصول على المسحوق وتعبئته في حاوية محكمة الإغلاق.

#### 2.4.1.IV. تجربة الامتزاز:

تم تحديد توازن و حركية الامتزاز بطريقة الدفعات، تم إجراء الامتزاز في سلسلة من قارورات سعة 250ml حيث محلول الصبغة 100 ml بتركيز ابتدائي مختلف 350-100 mg/l عند درجة حموضة pH=6.5. يضاف الفحم المنشط 0.1g المحضر من قشر الفاكهة إلى محلول يوضع في شاكرا حمام مائي ترموستات ويرج مع 150 دورة في الدقيقة عند درجات حرارة مختلفة مثل 25,35,45,55 C° لمدة 300min عند التوازن، تمت إزالة الفحم المنشط بواسطة أجهزة الطرد المركزي عند 3500 دورة في الدقيقة لمدة 10 min وتم فصلها عن طريق صب والتركييز المتبقي من بروميد الميثيل باستخدام الأشعة فوق البنفسجية 1800 وقياس الامتزازية عند 670 nm.

#### 3.4.1.IV. نتائج و مناقشة :

❖ النسبة المئوية تمت زيادة إزالة الصبغة مع وقت التلامس ثم تبقى ثابت بالتوازن. تم فحص النسبة المئوية لامتزاز الميثيل من خلال أخذ القيم التالية على أنها ثابتة: تركيز صبغة/mg 250 ، قيمة درجة الحموضة 7.85 ، زمن تلامس 300 min ، درجة حرارة C° 25 ، سرعة تقليب 300 دورة في الدقيقة و تركيزات ماصة مختلفة (0.05-0.20g 100ml<sup>-1</sup>) كلما تزداد تركيزات الممتزات يزداد امتزاز الصبغة.

❖ يحدث الامتزاز على الرقم الهيدروجيني حوالي 6 إلى 7.

❖ كلما تزداد درجة الحرارة تزداد النسبة المئوية لإزالة الصبغة وتبقى ثابتة عند C° 55.

#### 2.IV. الشيتوزان:

#### 1. 2.IV. الدراسة الثانية :

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال : Removal of heavy metals from waste water using chitosan.

نشر سنة 2011 يتضمن امتزاز الشيتوزان المعادن الثقيلة Cr<sup>+6</sup> الذي تم تحضيره من قشور الجمبري .

#### 1.1.2. IV. الطرق والتقنيات المستخدمة لاستخراج الشيتوزان:

❖ المصدر الشيتوزان المستخدم :

من أجل معالجة المياه المستعملة الصناعية تم اعداد قشور الجمبري المستخدم في هذه الدراسة من سيريلانكا .

❖ المواد والاجهزة :

جدول (9. IV): المواد والأجهزة المستخدمة في تحضير الشيتوزان.

الاجهزة المستعملة	المواد
FTIR (Bruker) التحليل الطيفي ✓	الماء المقطر. ✓
.Alpha-T	.HCL ✓
.PH متر. ✓	.K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ✓
.مغناطيس ✓	.NaOH ✓
.طاحونة ✓	حمض الخل. ✓
.غربال ✓	

2.2.1.IV. تحضير الشيتوزان:

❖ مراحل المعالجة الطبيعية :

❖ الغسل ( Washing ) :

في هذه المرحلة يتم غسل العينة بالماء المقطر لإزالة الأوساخ والمواد القابلة لذوبان.

❖ التجفيف (Drying) :

يتم تجفيف قشور الجمبري عند درجة حرارة (303 k) لمدة 6 ساعات.

❖ الطحن ( Milling ) :

بعد عملية التجفيف نقوم بعدها بغسل العينة مرة اخرى ونقوم بطحنها.

❖ الغربلة ( Screening ) :

يتم غربلة المادة الناتجة من عملية الطحن والمراد استخدامها في عملية الامتزاز.

❖ مراحل المعالجة الكيميائية:

يتم غسل القشرة جيداً بالماء وتجفيفها لإزالة الماء الزائد. ثم يتم نزع المعادن من الأصداف المجففة باستخدام (0.68 1:10 w / v HCl 1M) عند درجة الحرارة المحيطة (حوالي 30 C°) لمدة 6 ساعات. تم غسل المتبقي بالماء المقطر حتى يتم الحصول على pH في نطاق 6.5- 7.5 ثم يتم تجفيف المتبقي. بعد ذلك يتم نزع البروتين عن قشور الجمبري المنزوعة المعادن باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) 0.62M (W /V 1:10) عند درجة حرارة الغرفة (حوالي 30 C°) لمدة 16 ساعة، ثم يتم غسل البقايا جيداً مع الماء متبوعاً بالماء المقطر حتى يتم الحصول على pH في حدود 6.5- 7.5. بعد ذلك ينتج الكيتين يتم تجفيف الكيتين وطحنه وغربله بمنخل 150 µm. ثم يتم نزع الكيتين الناتج من العملية أعلاه في 25 بواسطة هيدروكسيد الصوديوم (W/V 1:10) لمدة 20 ساعة عند 65 c° بعد نزع الأستيل ، ينتج الشيتوزان بعد

ذلك يتم غسل الشيتوزان جيداً مع الماء متبوعاً بالماء المقطر حتى درجة الحموضة في حدود 6.5 - 7.5 تم تمييز الشيتوزان المركب بواسطة مطيافية فورييه للأشعة تحت الحمراء في نطاق  $400 \text{ cm}^{-1}$  إلى 4000. تمت دراسة تبلور الشيتوزان في شكل مسحوق باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية باستخدام إشعاع Cu Ka المتولد عند 40 KV كيلو فولت و 40 mA بسرعة مسح تبلغ 20 /min 0.3 في نطاق  $5 \text{ C}^{\circ}$  إلى  $35 \text{ C}^{\circ}$ .

#### 3.2.1.IV. دراسة امتزاز المعادن الثقيلة بواسطة الشيتوزان:

##### 1. 3. IV . تحضير محلول كروم (20mg/l) :

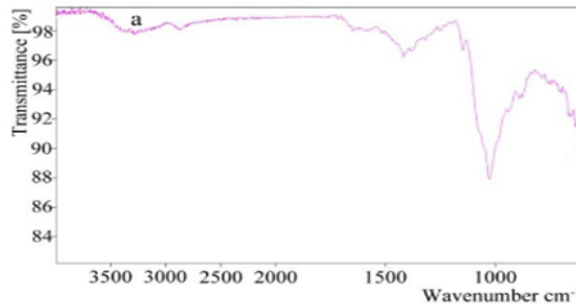
إذابة مسحوق  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  بدرجة تحليلية 556 mg في ماء مقطر، تم الاحتفاظ بهذا المحلول كمحلول مخزون وتم تحضير محلول 3mg/l عن طريق تخفيف محلول المواد الخام ، تم أخذ 50 ml من محلول  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  3 mg/l وإضافة 50mg من الشيتوزان بحجم جسيم  $150 \mu\text{m}$ . ثم تم تقليب الخليط باستمرار باستخدام محرك مغناطيسي لمدة 6 ساعات عند درجة حرارة الغرفة ( $30 \text{ C}^{\circ}$ ). بعد ذلك تم ترشيح المحلول وتحليل الترشيح 3mg/l من محلول  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  باستخدام مطيافية الامتزاز الذري لتحديد كمية الكروم التي يمتصها الشيتوزان.

#### 2.3. IV. دراسة تأثير درجة حرارة التفاعل وحجم جزيئات الشيتوزان ودرجة الحموضة في المحلول:

تمت دراسة التأثير المماثل لدرجة الحرارة بواسطة تغيير درجة حرارة التفاعل فقط إلى  $50 \text{ C}^{\circ}$  والاحتفاظ بالأخرى. تم دراسة تأثير الحجم الحبيبي لمسحوق الشيتوزان على كمية المعدن الممتص عن طريق زيادة حجم حبيبات المسحوق إلى  $355 \mu\text{m}$  وتكرارها، ثم تم ضبط الأس الهيدروجيني لمحلول  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  على 5.7 باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم 1M أخيراً ، تم فحص إمتزاز الكروم بواسطة مجموعات الأمين ( $\text{NH}_2$ -) على الشيتوزان باستخدام التحليل الطيفي FTIR في نطاق  $400 \text{ cm}^{-1}$  إلى 4000.

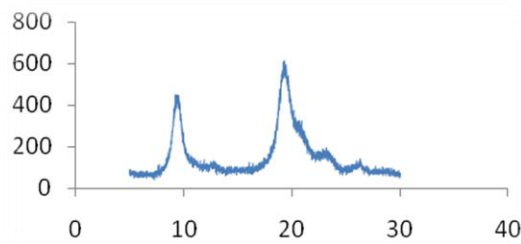
#### 4. IV . النتائج والمناقشة:

يوضح الشكل (4.IV) أطياف FTIR الشيتوزان المستمدة من العملية المذكورة أعلاه. إنه يمثل جميع قمم الشيتوزان ذات الصلة مقارنة بطيف FTIR القياسي للشيتوزان.



الشكل (4. IV): قمم الشيتوزان ذات الصلة مقارنة بطيف FTIR القياسي للشيتوزان.

يوضح الشكل (5.IV): حيود الأشعة السينية لمسحوق الشيتوزان المركب. الانعكاسات القوية عند 2 حوالي  $10-9^\circ\text{C}$  و  $20-19^\circ\text{C}$  تقابل (020) و (110) طائفة من الشيتوزان.



الشكل(5.IV): أطياف حيود الأشعة السينية المركبة مسحوق الشيتوزان.

الجدول ( 10.IV ) : كمية الكروم الممتصة بعد إضافة 50mg من الشيتوزان بسرعة تقليب 250 rpm.

الرقم الهيدروجيني PH	درجة الحرارة "درجة المئوية"	حجم الجزيئات الشيتوزان ميكرو متر	مجموع الكروم $\text{Cr}^{+6}$ بعد إضافة الشيتوزان	إجمالي الكروم في المحلول الأصلي
5.7	30	150	18.6	25.7
5.7	30	355	20.5	25.7
5.7	50	150	15.7	25.7
4.6	30	150	24.4	25.7

تم العثور على كمية محتوى الكروم في المحلول الأصلي لـ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  على أنها 25.7 جزء في المليون. يمثل الجدول (10.IV) كمية الكروم المتاحة في محلول مختلف في ظروف مختلفة. وفقاً للجدول (10.IV)، زاد امتزاز الكروم بشكل كبير مع زيادة درجة الحرارة حيث لوحظ الحد الأدنى من الامتزاز مع انخفاض درجة الحموضة.

#### 4.IV.1. فحص امتزاز أيونات الكروم بواسطة الشيتوزان تحت ظروف مختلفة:

الامتزاز العام هو عملية تجميع المواد القابلة للذوبان الموجودة في محلول على واجهة مناسبة. يمكن أن يكون السطح البيني بين السائل والغاز أو الصلب أو سائل آخر. تم استخدام الامتزاز على السطح البيني السائل في هذه الدراسة ، ويمكن تصنيف الإمتزاز على أنه امتزاز فيزيائي وإمتزاز كيميائي حيث يرجع الامتزاز الفيزيائي في المقام الأول إلى قوى van der Waal وهو حدث قابل للانعكاس، عندما تكون قوى الجذب الجزيئية بين المادة والواجهة أكبر من قوى الجذب بين المادة والمذيب ، فإن المادة ستكون كثف على سطح الممتزات.

في الامتزاز الكيميائي يحدث تفاعل كيميائي بين المواد الصلبة والمذاب الممتص وعادة ما يكون التفاعل لا رجوع فيه.

#### IV. 4. 2. التفاعلات الكيميائية للشيتوزان مع ايون المعدن :

يتفاعل الشيتوزان مع أيون المعدن بالتوازن التالي:

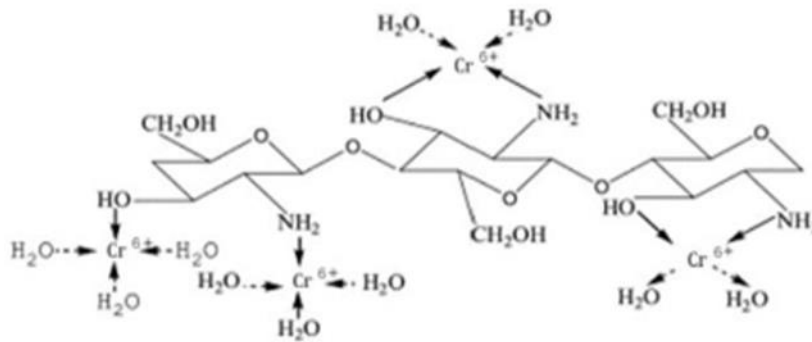


تتفاعل مجموعات أمين الشيتوزان مع  $H^+$  على النحو التالي:



وفقاً للمعادلة (3.IV) عند انخفاض درجة الحموضة ، تحصل مجموعة الأمين على البروتونات، هذا يعني أن الشيتوزان يحصل على شحنة موجبة. أيون الكروم أيضاً موجب الشحنة. نتيجة لذلك ، تحدث قوى التنافر بين أيون المعدن والشيتوزان بدلاً من الجذب. لذلك عند انخفاض درجة الحموضة سيتم تقليل إمتزاز الكروم. وفقاً للجدول ( 10 .IV ) ، عند انخفاض قيمة الأس الهيدروجيني بمقدار 4.6 امتزاز ضئيل. لذلك يجب التحكم في الرقم الهيدروجيني للوسائط بشكل صحيح وفقاً لنوع المعدن المراد امتزازه. وفقاً للجدول ( 10 .IV ) ، عند زيادة حجم جزيئات مسحوق الشيتوزان ، يتم تقليل كمية المعدن الثقيل. لأن حجم الجسيمات الكبير يقلل من السطح الذي يمكن الوصول إليه لأيونات المعادن والجزيئات الصغيرة تعطي مساحة سطح عالية لإمتزاز أيونات المعدن.

يوضح الشكل ( 6 .IV ) آلية امتزاز أيونات الكروم (السادس) بواسطة الشيتوزان باستخدام مجموعة  $NH_2$  و  $OH^-$  مجموعة

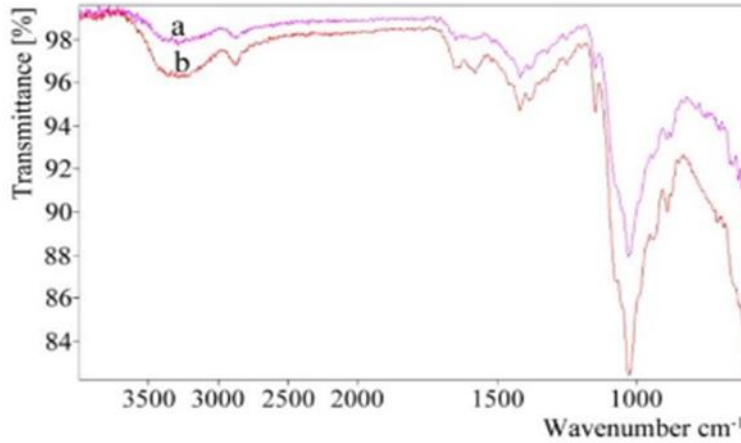


الشكل (6.IV): آلية ربط أيون المعدن بواسطة الشيتوزان.

تبدأ مجموعة الأمين رابطة تنسيق مع الأيونات المعدنية. تتكون الرابطة بين أزواج الإلكترونات الحرة من النيتروجين في المجموعة الأمينية والمدارات الفارغة للمعدن.

#### IV. 3.4. عوامل مؤثرة على أيون المعدن لإمتزاز بواسطة الشيتوزان .

- ❖ جزء من وحدات الأستيل، هذا يحدد عدد مجموعات الأمين المجانية المتاحة للربط. لكي تكون مادة ماصة جيدة ، يحتاج البوليمر إلى درجة عالية من نزع الأستيل.
  - ❖ عدد مجموعات الأمين التي يمكن الوصول إليها من أيون المعدن. تشارك بعض مواقع الأمين أحياناً في نوع من الروابط بين الجزيئات وداخلها، قد تجعل تبلور البوليمر بعض المجموعات غير قابلة للوصول إلى أيونات المعادن.
  - ❖ طول السلسلة أو درجة البلمرة.
  - ❖ درجة خلط مركب الشيتوزان المعدني.
  - ❖ أثر الحالة الفيزيائية للشيتوزان على قدرة الشيتوزان.
- تأثر امتزاز معادن الكروم بشكل رئيسي بالتنسيق مع مجموعات الأمين ( $\text{NH}^{2-}$ ) على الشيتوزان. يتضح هذا من خلال أطياف FT-IR المعروضة في الشكل ( 7. IV ) يُشكل الشيتوزان المشحون بأيون الفلز نطاق طاقة جديداً عند  $1632\text{cm}^{-1}$ . يتوافق هذا النطاق مع انحناء مستوى  $\text{NH}$ .



الشكل ( 7. IV ): أطياف FTIR من (a) الشيتوزان ، (b) شيتوزان كروم.

#### IV. 2. 2. الدراسة الثالثة :

Chitosan: A review of sources and preparation methods.

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال

نشر سنة 2020 يتضمن امتزاز الشيتوزان من مصادر الصناعية الذي تم تحضيره من سرطان البحر.

#### IV. 1. 2. 2. تحضير الشيتوزان :

يستعرض المقال طريقتين لتحضير الشيتوزان (الطرق الكيميائية والبيولوجية).

❖ الطرق الكيميائية: تتضمن الطرق الكيميائية يوجد لتحضير الشيتوزان بشكل أساسي ثلاث مراحل

من التفاعل : التنقية ، نزع البروتين ، نزع الأستيل .

❖ **الطرق البيولوجية:** إلى الجانب الطرق الكيميائية يوجد الطرق البيولوجية (أي طرق الأنزيمية و طرق التخمر) متاحة أيضا لتحضير الشيتوزان من المنتجات الثانوية للقشريات .

#### 2.2.2.IV. استنتاجات الدراسة :

- ❖ يخلص المقال إلى أن جراد البحر سيفالوثوراكس يمكن أن يكون مصدرا مثاليا لإعداد الشيتوزان على نطاق صناعي والطرق الكيميائية تنطوي على معالجة أبسط بشكل عام .
- ❖ الشيتوزان موجود في مجموعة واسعة من أنواع ، والقشريات وتحتوي على منتجات النانو مترية ما لا يقل عن 20% من الكيتين :سرطان البحر ،جراد البحر هي مصادر واعدة لإنتاج الشيتوزان على النطاق الصناعي.
- ❖ تعتبر الطرق الكيميائية غير التقليدية استراتيجية أكثر ملائمة لإنتاج الشيتوزان على نطاق الصناعي.

#### 3.2.2.IV. النتائج والمناقشة :

سرطان البحر وجراد البحر هي مصادر واعدة لإنتاج الشيتوزان على نطاق صناعي ،من الواضح أنه عند اختيار ملف طريقة تحضير الشيتوزان المناسبة ،والتي تؤدي إلى الشيتوزان أقوى يجب أن تكون الأنشطة الحيوية أي المنتجات ذات القيمة DA أقل و MW أقل هي الأسلوب الأفضل .

#### 3. 2.IV. الدراسة السادسة :

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال Applications of Chitosan in Wastewater Treatment نشر سنة 2017 يتضمن امتزاز الشيتوزان المعدني (Pd (III)، Cu (II) الذي تم تحضيره من المحار .

#### 1.3.2.IV. تحضير الشيتوزان :

- ❖ استخلاص الشيتوزان من المحار عن طريق نزع الأستيل القلوي من الكيتين.
- ❖ تعديل الشيتوزان عند درجة الحموضة المعتدلة مع الخلط .
- ❖ امتزاز الأشعة تحت الحمراء (IR) للشيتوزان والكيتين.
- ❖ استخدام الطرق البيولوجية (التخثر).
- ❖ تعديل الشيتوزان عن طريق (التطعيم والربط الأيوني والتشغيل الوظيف).

#### 2.3.2.IV. النتائج والمناقشة :

- ❖ الشيتوزان مادة الواعدة لامتزاز ملوثات من مياه الصرف .
- ❖ يكمن تعديل الشيتوزان عن طريق التطعيم والربط الأيوني والتشغيل الوظيفي لتشكيل المركبات.
- ❖ المصدر للشيتوزان من المحار و غضاريف الرخويات .
- ❖ انخفاض قابلية للذوبان في الوسائط المائية

- ❖ يمكن تحسين أداء الشيتوزان عن طريق الارتباط المتقاطع مع الكواشف المختلفة .
- ❖ استخدام مركبات الحمضية .
- ❖ تأثير الطبيعة على مركبات الشيتوزان .
- ❖ تشكيل المجموعات الأمينية للشيتوزان بروتونية قادرة على الاحتفاظ بأيونات المعادن أو جزيئات الصبغة .

#### IV. 2. 4. الدراسة الثامنة :

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال  
Chitosan extracted from mud crab (Scylla  
olivacea) shell physicochemical and antioxidant properties

نشر سنة 2015 يتضمن امتزاز الشيتوزان بصبغة الكاروتين الذي تم تحضيره من السلطعون الطين.

#### IV. 4. 2. 1. تحضير الشيتوزان :

- ❖ استخلاص الكاروتينات بطريقة (Shahidi and Synowiecki 1991). تمت إذابة القشرة المجمدة عند درجة الحرارة المحيط وغسلها تحت ماء الحنفية لإزالة المواد العضوية القابلة لذوبان والبروتينات اللاصقة والشوائب الأخرى.
- ❖ تجفيف قشور السلطعون في فرن عند درجة حرارة  $70^{\circ}\text{C}$  لمدة 24 ساعة أو أكثر.
- ❖ طحن القشرة المجففة باستخدام مطحنة ونخلها بحجم  $500\ \mu\text{m}$  قبل خلها بزيت كبد سمك وفي خلاط.
- ❖ يسخن الخليط مائي عند درجة حرارة  $60^{\circ}\text{C}$  لمدة 30 دقيقة.
- ❖ إزالة البروتين الناتج من عملية استخلاص زيت الكاروتين بنسبة 2.0% من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) مع نسبة القشرة الأرض المحلول 1:20 (W/V) مع تقليب المستمر لمدة ساعتين عند درجة  $90^{\circ}\text{C}$ .
- ❖ ترشيح العينات في ظل الفراغ وغسلها بالماء الحنفية لمدة 30 دقيقة حتى يصبح الرقم الهيدروجيني متعادلا .
- ❖ تجفيف الأصداف منزعة البروتين في فرن عند درجة حرارة  $60^{\circ}\text{C}$  لمدة 24 ساعة.
- ❖ تنقية المحلول منزوع البروتين لإزالة المعادن بواسطة حمض الهيدروكلوريك (HCL) (w/v) 2.5% عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  لمدة 6 ساعات بعد ذلك ترشح العينات تحت ضغط منخفض وغسلها لمدة 30 دقيقة عند درجة حموضة متعادلة .

- ❖ إزالة اللون ونزع الماء من العينات بواسطة الأسيون لمدة 10 دقائق وتجفيفها لمدة ساعتين عند درجة الغرفة بعد ذلك يتم إزالة المخلفات الناتجة.
- ❖ غسل الأصداف منزعة اللون بالماء وشطفها وتجفيفها عند  $60^{\circ}\text{C}$  لمدة 24 ساعة للحصول على الكيتين السلطعون.
- ❖ نزع الأستيل من الكيتين وفقا لطريقة (Yen et al (2009 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم المائي ( NaOH ).
- ❖ يتم ترشيح الكيتين باستخدام مضخة ترشيح وغسلة بالماء منزوع الأيونات عند حموضة متعادلة للحصول على الشيتوزان .
- ❖ تجفيف الشيتوزان الناتج عند درجة حرارة  $60^{\circ}\text{C}$  لمدة 24 ساعة.

#### 2.4.2.IV. النتائج والمناقشة :

- ❖ استخلاص مسحوق قشر السلطعون الطيني المجفف والتي كانت  $44.57 \pm 3.44\%$  ببيير العائد المرتفع الذي تم الحصول عليه إمكانية استخدام الشيتوزان الطين كمصدر اقتصادي لإنتاج الشيتوزان.
- ❖ تم تحديد التحليل الطيفي FTIR المستخرج من الشيتوزان وطحنه تماما الى مسحوق، الناعم بواسطة بروميد البوتاسيوم (KBr).
- ❖ تم أخذ قياسات اللون في الاعتبار حسب اللون الأبيض للشيتوزان المستخرج.
- ❖ قدرة ربط الماء مقارنة بالشيتوزان التجاري أقل في المنتج التجاري.
- ❖ قدرة أقل للشيتوزان على ربط الدهون (FBC).
- ❖ وجود فرق في قيمة اللزوجة بين الشيتوزان المستخرج من أصداف السلطعون والشيتوزان التجاري.
- ❖ قدرة الشيتوزان على كسح جدر الهيدروكسيل بتركيز  $10 \text{ mg/ml}$  .

#### 3.IV. السليلوز:

##### 1.3.IV. الدراسة الأولى:

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال: Cellulose Nano-crystals as promising adsorbents for the removal of cationic dyes

نشر سنة 2014 يتضمن امتزاز كربوكسيل بلورات السليلوز النانوية للصبغة MB.

##### 1.1.3.IV. كربوكسيل بلورات السليلوز النانوية CNC:

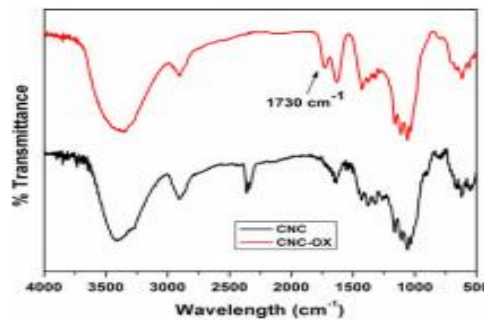
تم أكسدة مجموعات الهيدروكسيل الأولية الموجودة على سطح CNC إلى مجموعات كربوكسيل باستخدام كاشف (TEMPO) في وجود وبروميد الصوديوم (NaBr) و هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) . تمت إضافة 400 (ml) من الماء المقطر إلى 2 (g) من CNC. بعد الخلط القوي ، تم

تطبيق صوتنة لمدة 15-20 دقيقة للحصول على تشتت متجانس من CNC. تمت إضافة (TEMPO) (59 mg, 0.376 mmol) وبروميد الصوديوم (0.65 g, 6.3 mmol) إلى CNC وتم التقليب لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة حتى يتم إذابة كاشف (TEMPO) بالكامل. تم تعديل الرقم الهيدروجيني للمحلول إلى 10 باستخدام 0.5 M هيدروكسيد الصوديوم. وبدأت الأكسدة بإضافة 15% من محلول NaOCl (14.2ml) من محلول هيبوكلوريت الصوديوم على مدى 30 دقيقة. تم الاحتفاظ بالرقم الهيدروجيني للمحلول عند 10 بإضافة (M) 0.1 أو (M) 0.5 هيدروكسيد الصوديوم خلال فترة 4 ساعات. ثم تم تقليب المحلول باستمرار طوال الليل. أخيرًا ، تمت إضافة (ml) 22 من الميثانول لإيقاف الأكسدة وتم تعديل الرقم الهيدروجيني للمحلول إلى 7 باستخدام (M) 0.1 و (M) 10 من حمض الهيدروكلوريك. تم غسيل المحلول باستخدام غشاء غسيل الكلى السليلوز (Spectator, MWCO: 12,000– 14,000 Da) لمدة أسبوع .

#### 2.1.3.IV. دراسات الامتزاز:

أولاً ، تم إعداد محلول المخزون من بروميد الميثيل والمواد الماصة (CNC أو CNC الكربوكسيل) لتوضيح امتزاز أزرق الميثيلين MB على بلورات السليلوز النانوية. لكل تجربة ، تم خلط (ml) 7.5 من الصبغة و (ml) 7.5 من محلول الامتزاز في قارورة (ml) 20 وتم تقليب المحلول لمدة 30 دقيقة باستخدام محرض مغناطيسي عند 500 دورة في الدقيقة. بعد الخلط ، تم نقل الخليط إلى ورق طرد مركزي يحتوي على 96.3 ميكرومتر من كلوريد الكالسيوم (M) 2.16 ، ثم تم طرد العينات في بسرعة 7500 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق. (Ca<sup>2+</sup>) أيونات من (CaCl<sub>2</sub>) تعادل الشحنات السالبة المتبقية في CNCs. باستخدام الماصة الدقيقة. بعد تمييع العينات ، تم تحديد تركيز الميثيلين الأزرق المتبقي في المادة الطافية باستخدام مقياس الطيف الضوئي (UV-vis). تم استخدام منحنى معايرة الامتزازية مقابل تركيز MB عند 664 نانومتر لتحويل قيم الامتزاز لجزيئات الصبغة الحرة إلى تركيزها المقابل. تم حساب كمية الصبغة q<sub>e</sub> الممتصة على سطح CNC

يوضح الشكل (8.IV): أطياف FT-IR لنفاذية CNC غير المعدلة و CNC الكربوكسيل.



الشكل (8.IV): أطياف FT-IR لـ CNC غير المعدلة و CNC الكربوكسيل.

### 3.1.3.IV. دراسة تأثير تركيز الصبغة الأولي ، تأثير تركيز الممتزات و القوة الأيونية:

#### ❖ تأثير تركيز الصبغة الأولي:

تم تقييم تأثير تركيز الصبغة الأولي بتغيير تركيز الصبغة م (mg/l) 100 إلى 1500 مع الحفاظ على ثبات جرعة الممتزات عند (mg/ml) 10. تم حفظ الأس الهيدروجيني عند 9 ودرجة الحرارة عند 25°C.

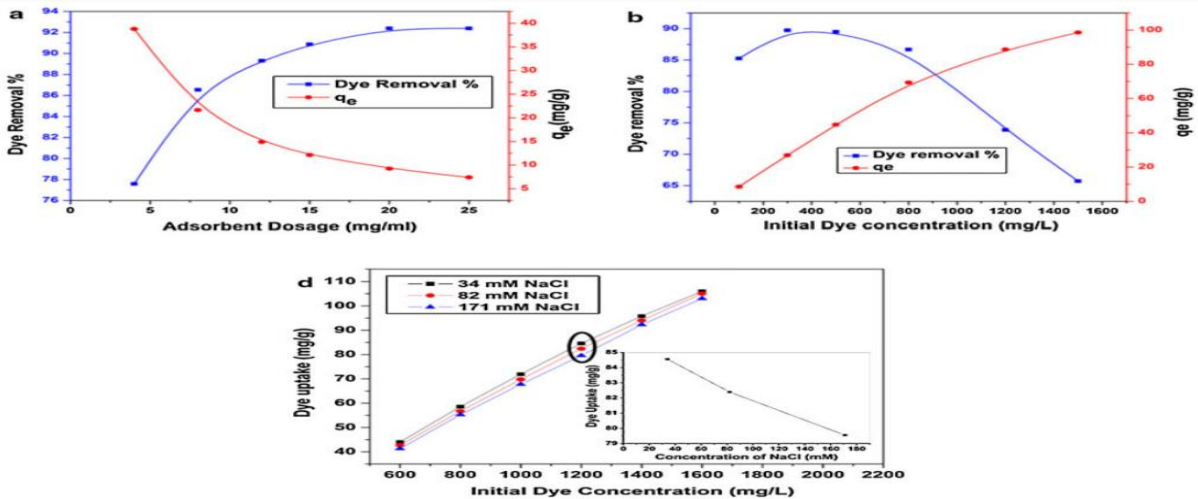
#### ❖ تأثير تركيز الممتزات:

تمت دراسة تأثير جرعة الممتز من خلال تغيير تركيز CNC من (mg/ml) 4 إلى 25 مع الحفاظ على تركيز الصبغة ثابتاً عند (mg/l) 200. تم حفظ الأس الهيدروجيني عند 9 ودرجة الحرارة عند 25°C.

#### ❖ تأثير القوة الأيونية:

تمت دراسة تأثير القوة الأيونية عن طريق تغيير تركيز الصبغة الأولي من (mg/l) 600 إلى 1600 في وجود (mM) 34 و 82 و 171 كلوريد الصوديوم. كانت جرعة الممتزات (mg/ml) 12.48. تم حفظ pH عند 9 ودرجة الحرارة عند 25°C.

### 4.1.3.IV النتائج والمناقشة:



الشكل (9.IV): (a) تأثير جرعة الممتزات على إزالة الصبغة % و qe. (B) تأثير تركيز الصبغة الأولي

على إزالة الصبغة % و qe. (d) تأثير القوة الأيونية على qe.

#### ❖ تأثير تركيز الممتزات:

يوضح الشكل (a. 9.IV) أن النسبة المئوية لإزالة الصبغة تزداد مع زيادة كمية الممتزات ، مقتربة من (92.3%) عند (mg/ml) 20. يمكن أن تُعزى هذه الزيادة في إزالة الصبغة بجرعة أعلى من الممتزات إلى وجود مواقع أكثر نشاطاً لنفس العدد من جزيئات الصبغة . على الرغم من زيادة نسبة إزالة الصبغة مع زيادة جرعة الممتزات ، فإن كمية الصبغة الممتصة لكل وحدة كتلة (qe) انخفضت كما هو موضح

في الشكل (a.9.IV). يعزى ذلك إلى عدم تشبع المواقع النشطة على الممتزات بسبب زيادة نسبة مواقع الامتزاز إلى جزيئات الصبغة .

❖ تأثير تركيز الصبغة الأولي:

زادت نسبة إزالة الصبغة في البداية ثم تناقصت تدريجياً مع زيادة تركيز الصبغة الأولي ( $C_0$ ) كما هو موضح في الشكل (b.9.IV). يمكن أن تعزى هذه الزيادة الأولية في نظام تركيز الصبغة المنخفض إلى انخفاض نسبة عدد جزيئات الصبغة إلى عدد مواقع الامتزاز. ومع ذلك ، عند تركيز الصبغة المرتفع نسبياً ، فإن نسبة الزيادة في تركيز الصبغة إلى الزيادة في كمية الصبغة الممتصة أصبحت أقل نظراً لتوافر مواقع أقل امتزازاً، على الرغم من انخفاض نسبة الإزالة مع زيادة تركيز الصبغة ، إلا أن كمية الصبغة الممتصة لكل وحدة كتلة ( $q_e$ ) زادت ؛ بسبب عدد جزيئات الصبغة كان متاحاً للامتزاز أكبر

❖ تأثير القوة الأيونية:

قد تحتوي المياه العادمة من صناعة الأصباغ على شوائب مختلفة ، مثل المركبات المعلقة والمذابة ، والأحماض والمركبات السامة الأخرى. أدى وجود الأيونات إلى زيادة القوة الأيونية للمحلول ، مما قد يغير أداء الامتزاز. يوضح الشكل (d.9.IV) تأثير القوة الأيونية على امتزاز ميغا بايت لكل غرام من CNC. أظهرت إضافة كلوريد الصوديوم إلى محاليل الصبغة في نطاق تركيز (mg/l) 1600–600 انخفاضاً طفيفاً في إزالة المواد الدهنية. وذلك لأن عدداً كبيراً من أيونات الصوديوم موجبة الشحنة تتنافس مع جزيئات الصبغة لنفس المواقع النشطة على سطح CNCs .

2.3.IV. الدراسة الرابعة:

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال: Synthetically modified nano-cellulose for the removal of chromium: a green nanotech perspective

نشر سنة 2016 يتضمن امتزاز النانو سيليلوز المعدل للكروم سداسي و ثلاثي التكافؤ.

❖ المواد و الادوات:

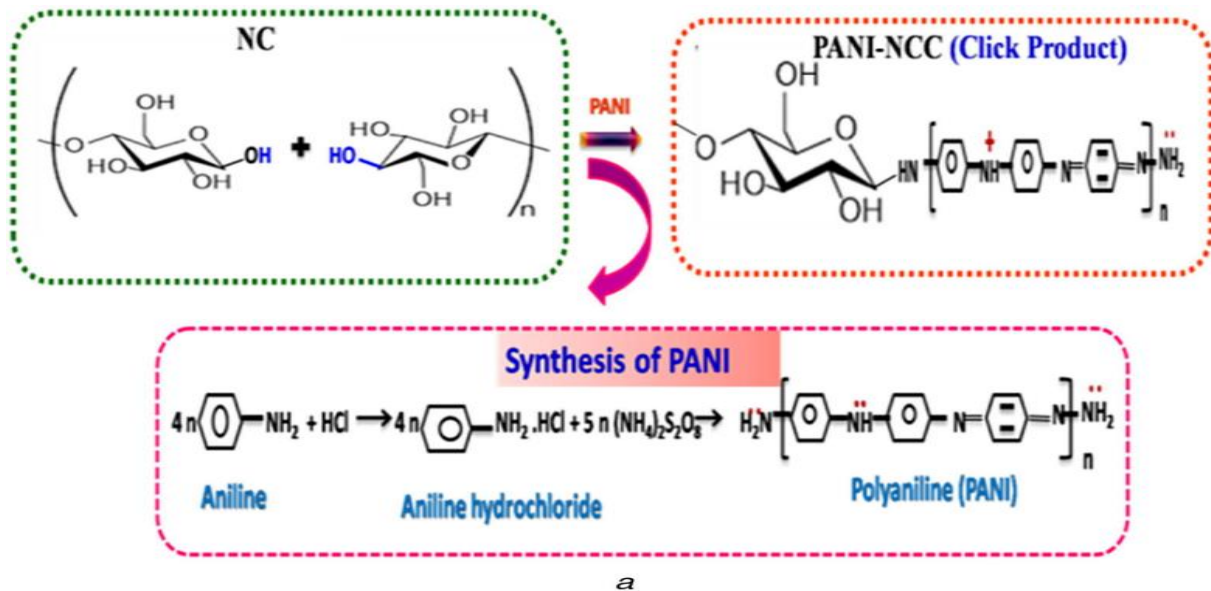
جدول (11. IV): المواد والأجهزة المستخدمة في تحضير السيليلوز.

المواد	الادوات
• مسحوق السليلوز.	✓ مطيافية الامتزاز الذري
• النانو سيليلوز .	
✓ الأنيلين ( $C_6H_5NH_2$ ) .	
✓ حمض الهيدروكلوريك .	
✓ بيرسلفات الأمونيوم ( $(NH_4)_2S_2O_8$ ) .	

	✓ سداسي هيدرات كلوريد الكروم $(CrCl_3 \cdot 6H_2O)$ ✓ واليوتاسيوم ثنائي كرومات $(K_2Cr_2O_7)$ عالي النقاء ✓ تم استخدام الماء طوال الدراسة.
--	--

#### 1.2.3.IV. تصنيع النانو سليولوز مركب و المعدل بالبوليانيلين (PANI-NCC):

تم خلط (7.5 ml) من الأنيلين مع (60 ml) من حمض الهيدروكلوريك 1M يقلب الخليط لمدة 15min. يضاف إليه (15 ml) من محلول بيرسلفات الأمونيوم (2 g في 30 ml من HCl 1M) تحت التحريك لمدة 16 h. كان المنتج الذي تم الحصول عليه هو بوليأنيلين. بعد ذلك تمت اضافة (10 g) من النانو سليولوز إلى (50 ml) من المحلول المتكون تم خلطه عند درجة الحرارة المحيطة مع التحريك لمدة 10 ساعات أخرى. تم الحصول على (PANI-NCC) كما هو موضح في الشكل (9.IV) تغسل بالماء والإيثانول %99 حتى أصبح الماء عديم اللون ، ثم طرد عند 2500 دورة في الدقيقة لمدة 15 min ، صوتنته عند 20 كيلو هرتز تجفيف أخيرًا في درجة حرارة الغرفة. كان اللون الذي تم الحصول عليه من (PANI-NCC) أخضر داكن.



الشكل (10.IV): تصنيع (PANI-NCC) انطلاقاً من الانيلين.

#### 2.2.3.IV. تجربة إزالة أيونات الكروم:

لاختبار أداء الامتزاز الخاص بـ (PANI-NCC) المصنعة لإزالة الكروم ، تم تحضير عينات من مياه الصرف الصناعي (تركيز الكروم: 5-30 mg/l) باستخدام سداسي هيدرات كلوريد الكروم لثلاثي

الكروم و كرومات البوتاسيوم للكروم سداسي التكافؤ. تم إجراء مجموعة من التجارب باستخدام سلسلة من محاليل تركيز الكروم المعروفة بتركيزات مختلفة من (PANI-NCC) (من 0.1 إلى 1.0 g) ، ودرجة حموضة المحلول (2.5-7.5) عند حجم ثابت (L) 1 وتم التقليب لمدة 40 min. بعد التقليب تم ترشيح محلول النفايات المحتوي على الكروم وتحليل الراشح لتقدير أيونات الكروم باستخدام مطياف الامتزاز الذري بطول موجة 357.9 نانومتر. تم تقدير النسبة المئوية للامتزاز لأنواع Cr (III) و Cr (VI) في محلول الخليط تم حساب أداء الامتزاز باستخدام المعادلات التالية:

$$\text{كفاءة الامتزاز (\%)} = \frac{C_0 - C_e}{C_e} * 100 \dots \dots \dots (4.IV)$$

$$Q_e \text{ (mg/g)} = \frac{(C_0 - C_e) * V}{m} \dots \dots \dots (5. IV)$$

حيث  $C_0$  هو التركيز الأولي لمحلول الكروم (mg/l) ،  $C_e$  ، هو التركيز النهائي للكروم بعد الامتزاز (mg/l).

V : حجم محلول الكروم ب ml.

M: مقدار المواد النانوية في g.

Qe : قدرة امتزاز المواد.

### 3.2.3.IV دراسة تأثير معاملات الامتزاز:

#### ❖ تأثير تركيز مادة النانو الممتصة:

يعتبر معدل امتزاز الكروم ثلاثي التكافؤ وسداسي التكافؤ عاملاً هاماً يعتمد على كمية مادة الامتزاز النانوية. يوضح الشكل (a.11.IV) أن كفاءة الامتزاز (%) وسعة الامتزاز (mg / g) تزداد مع زيادة جرعة (PANI-NCC). وذلك بسبب زيادة عدد مواقع الأمين النشطة بشكل متناسب مع إضافة جرعة أعلى من مادة الامتزاز النانوي

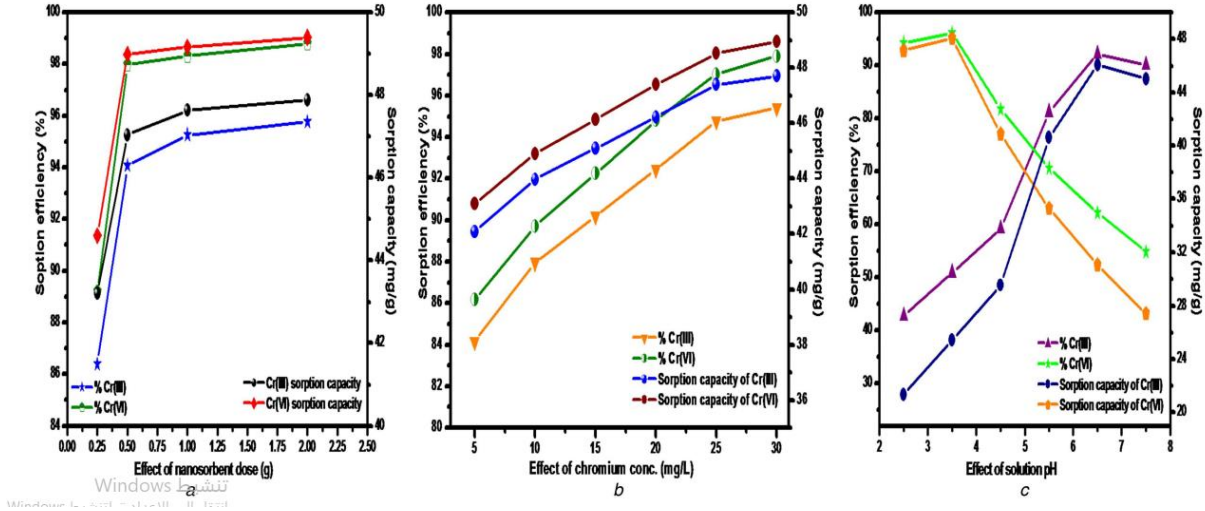
#### ❖ تأثير الكروم ثلاثي التكافؤ وسداسي التكافؤ

التركيز: تأثير الكروم سداسي التكافؤ وثلاثي التكافؤ: يتم فحص التركيز عن طريق تغيير التركيز الأولي من (mg/g) 5 إلى 30. كما هو مبين في الشكل (b.11.IV) ، كفاءة الامتزاز (%) و تزداد سعة الامتزاز (مجم / جم) مع زيادة تركيز الكروم وتحقيق التوازن تدريجياً عند (mg/g) 25. يمكن تفسير ذلك من خلال حقيقة أنه عند انخفاض الكروم التركيز ، ونسبة مواقع الأمين

#### ❖ تأثير الأس الهيدروجيني:

كما ذكرنا سابقاً ، (PANI-NCC) عبارة عن مادة حيوية نانوية غير وظيفية لها وظائف أمين. عند قيم الأس الهيدروجيني المختلفة ، يتغير سلوك الوظائف في (PANI-NCC) مع التغيير مع محلول الأس الهيدروجيني وكذلك يحول حالات أكسدة الكروم في الماء. في هذه الدراسة ، يتم إجراء تأثير الأس

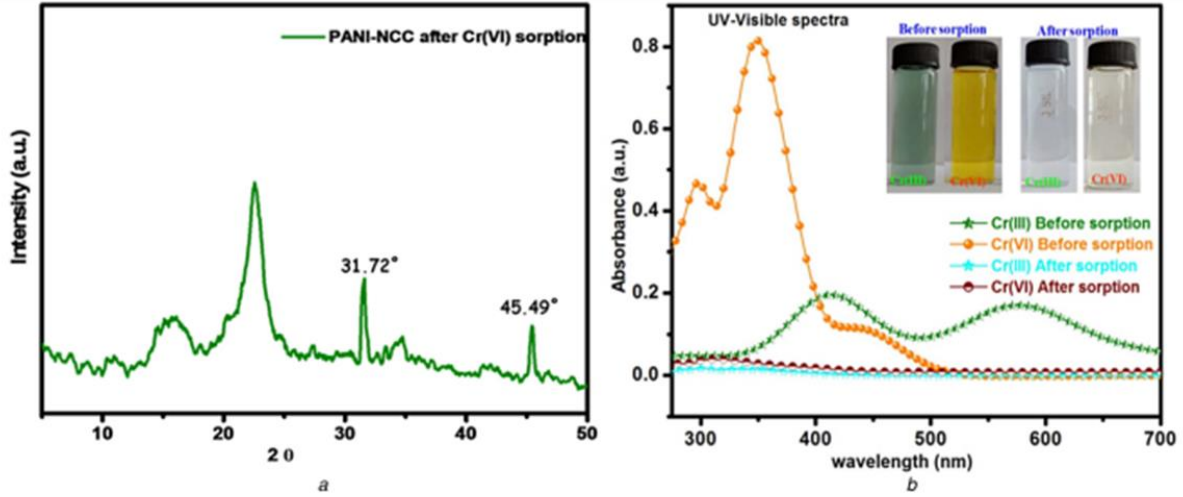
الهيدروجيني للمحلول من 2.5 إلى 7.5 ، ويتم عرض النتائج في الشكل (c.11.IV). يمكن ملاحظة أن الزيادة في امتزاز الكروم ثلاثي التكافؤ الذي هو كاتيوني بطبيعته مع زيادة في الرقم الهيدروجيني للمحلول ، يحقق أقصى كفاءة امتزاز (92.10%) وقدرة امتزاز (46.05(mg/g)) عند درجة الحموضة 6.5 ، ويظل ثابتاً حتى 7.



الشكل (11.IV): تزداد كفاءة الامتزاز (%) وقدرة الامتزاز (mg/g) مع زيادة تركيز PANI-NCC (a) تأثير تركيزه مادة الامتزاز النانوية ، (b) تأثير تركيز الكروم ثلاثي التكافؤ وسداسي التكافؤ، (c) تأثير الأس الهيدروجيني.

#### 4.2.3.IV. الأدلة الداعمة لامتزاز ثلاثي التكافؤ و الكروم سداسي التكافؤ:

تأكيد امتزاز الكروم ثلاثي التكافؤ وسداسي التكافؤ على (PANI-NCC) مؤكد بالأشعة السينية XRD والأشعة فوق البنفسجية المرئية. بعد امتزاز الكروم ، أنماط XRD (الشكل (a.12.IV)) تمنح القمم الحادة والمميزة عند 31.72 درجة و 45.49 C° هي القمم المميزة للكروم ، تدل على امتزاز رائع للكروم على (PANI-NCC). مزيد من التأكيد لامتزاز الكروم بواسطة (PANI-NCC) هو أوضح بواسطة الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية (الشكل (a.12.IV)). يقدر أن قبل الامتزاز ، أقصى امتزاز للامتزاز ثلاثي التكافؤ وسداسي التكافؤ ظهر الكروم عند 0.8 و 0.2 au. ويتم تقليبه أو اختفى بعد امتزاز الكروم. هذا قد يصادق على ارتفاع إمكانية الامتزاز لـ (PANI-NCC) في حدود 95 إلى 96%. تظهر الصور بصرياً أن لون ثلاثي التكافؤ و يتم تغيير حلول الكروم سداسي التكافؤ إلى عديم اللون المحلول؛ كما هو موضح في الشكل الداخلي للشكل (b.12.IV.). هذه نتائج رائعة أكد التشريب الفعال للكروم على PANI (NCC)



الشكل (12.14): أنماط XRD بعد امتزاز الكروم (a) طيف XRD لـ PANI-NCC بعد امتزاز الكروم ،  
(b) الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية لـ PANI-NCC بعد امتزاز الكروم.

الجدول (12.14): نسبة كفاءة و قدرة الامتزاز لـ PANI-NCC.

ايونات الكروم	PANI-NCC		النانو سيليلوز		زيادة في مادة % النانوسيليلوز
	كفاءة الامتزاز %	قدرة الامتزاز mg/g	كفاءة الامتزاز %	قدرة الامتزاز mg/g	
الكروم ثلاثي التكافؤ	$75.38 \pm 0.76$	$38.19 \pm 0.12$	$94.12 \pm 0.55$	$47.06 \pm 0.19$	19
الكروم سداسي التكافؤ	$24.97 \pm 0.85$	$12.49 \pm 0.09$ 1	$97.84 \pm 0.46$	$48.92 \pm 0.2$	73

### 5.2.3.1V نتائج :

لمعالجة المياه من أيونات الكروم ثلاثية التكافؤ وسداسي التكافؤ بواسطة PANI-NCC معدل بعدد كبير من الأمين وقد تم تصنيع مراكز الأمين وتمييزها بدقة. أداء الامتزاز الممتاز لإزالة الكروم تم تحقيقه بقدرة امتزاز أكبر من 96% تتجاوز مواد ماصة أخرى. الامتزاز الرائع للكروم على PANI-NCC يتضح من خلال تقنيات التحليل الطيفي. ممتاز في إمكانية الامتزاز ، التحضير القابل للتطوير ، السلوك الفعال من حيث التكلفة والموهبة لإزالة الكروم سداسي التكافؤ وثلاثي التكافؤ عملية جذابة لتطوير مواد ماصة قادرة وذات تكلفة تنافسية لحل مشاكل المعادن الثقيلة في الماء.

**3.3.IV. الدراسة السادسة:**

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال Bacterial cellulose membranes for environmental water remediation and industrial wastewater treatment

نشر سنة 2020 يتضمن امتزاز أغشية السليلوز البكتيري للملوثات .

**1.3.3.IV. إنتاج أغشية السليلوز البكتيري BC**

تم إنتاج أغشية BC في وسط يحتوي على 30.00(g/l) جلسرين ، 16.00 ( g/l) مستخلص خميرة ، 4.00 (g/l) فوسفات صوديوم ، و 3.50 ( g/l) حمض سكسينيك. تم تعقيم المحاليل الناتجة عند 121 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة. تم استخدام جلوكوناسيتوباكتر إكسيلينوس (ATCC 23769)، لتحضير الأغشية. لتنشيط الكائنات الحية الدقيقة ، تم تحضين اللقاح عند 10% (v/v) و 30 درجة مئوية لمدة 24 ساعة ، وتكررت هذه العملية ثلاث مرات. ثم كانت أغشية BC، أنتجت عند 30 درجة مئوية لمدة 72 ساعة. تم غسل العينات الناتجة (قطرها 6 Cm ، وسمكها 0.15 ( mm) بالماء الساخن (80 درجة مئوية) ، و  $0.10 \text{ mol.L}^{-1}$  محلول مائي هيدروكسيد الصوديوم ، وماء منزوع الأيونات حتى pH 7.

**2.3.3.IV. النتائج و المناقشة:****❖ أداء الغشاء BC لمعالجة المياه**

تم اختبار أداء الترشيح الغشائي BC مقابل أربع عينات مختلفة تم احتضان البكتيريا عند 35 درجة مئوية لمدة 24 ساعة. تم توحيد الامتزاز الأولي 0.66 لجميع المعلقات. يوضح جدول (13.IV) الملوثات في العينات قبل و بعد الترشيح.

**جدول(13.IV): العينات قبل و بعد الترشيح.**

العينة	قبل الترشيح(ml)	بعد الترشيح ب BC(ml)	بعد الترشيح بغشاء تجاري (MPN/100 mL)
1	200	<180	<180
2	1700	<180	<180
3	2200	<180	<180
4	3100	<180	<180

كما هو متوقع ، أظهرت الاغشية كفاءة امتزاز كبيرة احتفظت الأغشية بكفاءتها حتى بعد عشر دورات ترشيح.

#### 4.3.IV. الدراسة التاسعة:

الجزء العملي تم اقتباسه من مقال: **Porous cellulose acetate membranes prepared by water pressure-assisted process for water-treatment.**

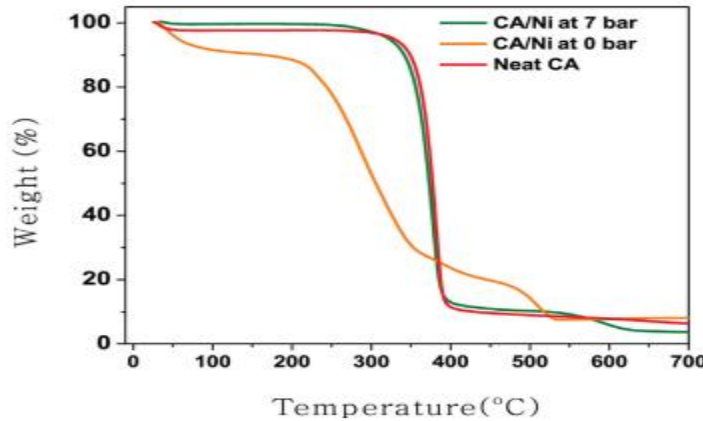
نشر سنة 2019 يتضمن امتزاز أغشية اسيتات السليلوز المسامية لأجينات الصوديوم

#### 1.4.3.IV. تحضير الغشاء:

تم الحصول على محلول اسيتات السليلوز CA بنسبة 10% (wt/wt) عن طريق إذابة CA في الأسيتون / الماء (8:2, wt/wt). بعد الذوبان الكامل لـ CA ، تمت إضافة نيكل (II) نترات سداسي هيدرات ( $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ، تبع ذلك التحريك في درجة حرارة الغرفة. تم تحديد كمية  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  المضافة من النسبة المولية لـ  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  إلى الوحدة الأحادية في CA لتحضير مصفوفة البوليمر. تم صب كل محلول لتشكيل فيلم قائم بذاته على لوح زجاجي وتجفيفه في درجة حرارة الغرفة لمدة 40 دقيقة.

#### 2.4.3.IV. تجربة الترشيح:

تمت معالجة فيلم البوليمر CA بضغط مياه مختلفة تتراوح من 3 إلى 10 لتوليد المسام. تم قياس تدفق الماء للأغشية المتغيرة، تم إجراء اختبار أداء معالجة المياه على الأغشية التي تم الحصول عليها. تم ترشيح الأجينات الصوديوم المائي (200 جزء في المليون)، تم حساب كفاءة إزالة الأجينات الصوديوم.



الشكل (13.IV). التحليل الوزني الحراري (TGA) لخلات السليلوز النقي (CA) ومصفوفة بوليمر

CA /  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  التي تم الحصول عليها عند ضغط ماء يبلغ (bar) 0 و (bar) 7 .

#### 3.4.3.IV. نتائج:

في هذه الدراسة ، نجحنا في فصل الماء النظيف عن الماء المحتوي على ألبينات الصوديوم باستخدام غشاء مصفوفة بوليمر CA مسامي محضر باستخدام  $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  كإضافة ومعالجة ضغط الماء. علاوة على ذلك ، كانت المسام جيدة التكوين أكبر وأكثر عددًا عندما تم تطبيق ضغط ماء أعلى ، ثم عندما تم وضع أسيتات السليلوز المسامية المحضرة كأغشية لمعالجة المياه ، تأكدنا أن النسبة المئوية لعزل ألبينات الصوديوم كانت عالية تصل إلى 89% مع تدفق مياه مرتفع.

#### خلاصة :

من خلال الدراسات السابقة اظهرت النتائج قدرة و فعالية المواد المازة المحضرة من النفايات النباتية و الحيوانية في إزالة الملوثات من المياه.



الخاننة والعامنة

## الخاتمة :

الهدف من هذا العمل هو اختبار قدرة وفعالية الدعامات او المواد المازة المحضرة مخبريا انطلاقا من النفايات النباتية والحيوانية الأصل لغرض إزالة التلوث من مياه الصرف الصناعي المحملة بالملوثات العضوية. من اجل فهم أفضل للدعامات التي تم تطويرها ومورفولوجياتها ذلك من خلال الدراسات السابقة و التي نشرت خلال السنوات الاخيرة الماضية ، وهي المحور الأول للعمل التجريبي لتوصيف الدعامات عن طريق الفحص المجهرى الالكتروني وتحليل حيود الأشعة السينية والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن هذه الدعامات لها هياكل مسامية غير عادي. تصور مورفولوجيا الممتز المحضر من فضلات من أصل نباتي وحيواني بفضل الكشف عن المجهر الإلكتروني الماسح وجود المسام . يعطي التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء فكرة على الوظائف الكيميائية على سطح الممتز النشط. حيود الأشعة السينية أظهر أن معظم هيكل المواد ذات الأصل النباتي متبلور على عكس الممتز المحضر من المصدر الحيواني غير البلوري.

وهكذا ، أجريت الدراسات التجريبية في ظل ظروف محددة جيداً من : درجة الحرارة ، ودرجة الحموضة ، والكتلة ، وسرعة التحريك. النتائج التي تم الحصول عليها تظهر أن القدرة يختلف الحد الأقصى للامتصاص من ملوث إلى آخر ومن ممتز إلى آخر. يرجع هذا السلوك بشكل أساسي إلى طبيعة الملوث وحموضته وقبل كل شيء حجمه لأنه ، إذا تجاوز الأخير المسام ، لا يمكن للجزيء الوصول إليه ، وبالتالي لن لا تحدث ظاهرة الامتزاز. من ناحية أخرى ، تختلف النتيجة التي تم الحصول عليها اعتماداً على النموذج الرياضي المستخدم. هذا الاختلاف يرجع إلى الافتراضات المعتمدة لكل منهما نموذج.

التلوث الكيميائي للمياه عبارة عن مجموعة من المشتقات السامة ، حيث يعتبر مشكلة بيئية خطيرة بسبب تأثيرها السلبي على الإنسان، لذلك هناك حاجة لتطوير تقنيات يمكنها إزالة الملوثات السامة الموجودة في مياه الصرف الصناعي، و يعد الامتزاز أحد أكثر الطرق شيوعًا لإزالة الملوثات من مياه الصرف الصناعي، حيث هناك اهتمام متزايد مؤخرًا بتركيب مواد ماصة جديدة منخفضة التكلفة تُستخدم في معالجة مياه الصرف الصناعي، تهدف هذه المراجعة إلى اكتشاف مختلف مصادر (الشيتوزان ،الفحم النشط ، السليلوز) المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصناعي وطرقها كما سنسلط الضوء على أهم النتائج المتوصل اليها في احدث الدراسات و طرق تفسيرها .

**الكلمات المفتاحية:**

معالجة مياه الصرف الصناعي ، الشيتوزان ،الفحم النشط، السليلوز، الامتزاز .

Chemical pollution of water is a group of toxic derivatives, which is considered a serious environmental problem due to its negative impact on humans, so there is a need to develop technologies that can remove toxic pollutants present in industrial waste water, and adsorption is one of the most common ways to remove pollutants from wastewater, as There is a growing interest recently in the installation of new, low-cost sorbent materials used in industrial waste water treatment. This review aims to discover the various sources (chitosan, activated charcoal, cellulose) used in industrial waste water treatment and its methods. We will also highlight the most important findings in the latest studies and ways to interpret it.

**key words:**

industrial waste water treatment, chitosan, activated charcoal, cellulose, adsorption.